

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Факультет будівництва та транспорту**  
**Кафедра будівництва та експлуатації будівель, доріг та**  
**транспортних споруд**

**До захисту**  
**Допускається**  
Завідувач кафедри  
будівництва та експлуатації  
будівель, доріг та  
транспортних споруд  
\_\_\_\_\_ О.П. Новицький

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за другим рівнем вищої освіти**

На тему: «Врахування сумісної роботи ребристих плит перекриття  
при реконструкції будівель»

Виконав (ла)

\_\_\_\_\_  
(підпис)

В.А. Кочерженко

\_\_\_\_\_  
(Прізвище, ініціали)

Група

\_\_\_\_\_  
ЗБУД 2201м

(Науковий)  
керівник

\_\_\_\_\_  
(підпис)

О.С. Савченко

\_\_\_\_\_  
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: будівництва та експлуатації будівель, доріг та транспортних споруд

Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

**ЗАВДАННЯ**

**НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

**Кравченко Андрій Володимирович**

**Тема роботи:** Врахування сумісної роботи ребристих плит покриття при реконструкції будівель

Затверджено наказом по університету № 575/ос від 26.02.2024р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 2024 р.

Вихідні дані до роботи:

---

---

---

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

---

---

---

---

---

---

---

5. Перелік графічного та або мультимедійного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Керівник:**

(підпис)

О.С. Савченко

(Прізвище, ініціали)

**Консультант**

(підпис)

О.С. Савченко

(Прізвище, ініціали)

**Завдання прийняв до виконання:**

**Здобувач**

(підпис)

В.А. Кочерженко

(Прізвище, ініціали)

## Анотація

**Кочерженко Владислав Анатолійович. Врахування сумісної роботи ребристих плит перекриття при реконструкції будівель – Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.**

**Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія». – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2024.**

*Робота складається із змісту, вступу, де сформульовано мету, задачі, об'єкт дослідження, методи дослідження, огляду досліджень з обраної теми, основної частини досліджень, де обґрунтовано розрахункову схему перекриття із ребристих плит і проведені розрахунки при зміні жорсткості окремих елементів, а також зроблені висновки на основі проведених досліджень.*

**Результати досліджень** вплив зміни згинальних моментів в ребристій плиті покриття при зменшенні жорсткості окремих ребер.

**Аналіз публікацій та досліджень** встановив розрахункові схеми і диференційні рівняння, що використовувалися в дослідженні сумісної роботи плит перекриття.

**В основній частині** показано обґрунтування вибраної розрахункової схеми диску перекриття із ребристих плит перекриття. Наведена методика завдання розрахункової схеми, визначення жорсткості її складових елементів, закріплення вузлів, прикладення навантаження. Також отримані результати розрахунків за наведеною розрахунковою схемою при зміні жорсткості одного або двох суміжних в складі збірного диску перекриття. Отримані графіки зміни внутрішніх зусиль (згинальних моментів і поперечних сил) в залежності від зміни жорсткості ребер ребристих плит. Отримані графіки зміни внутрішніх зусиль в залежності від положення плити в складі збірного диску перекриття.

У **висновках** показано, що зменшення жорсткості всіх ребер, окрім першого (крайнього) зусилля в них зменшуються майже пропорційно зменшенню їх жорсткості, тому при деяких зменшеннях навантаження на диск перекриття, можливо відмовитись від конструктивних заходів підсилення такої конструкції.

**Ключові слова:** ребристі плити перекриття, розрахункова схема, жорсткість, диск перекриття, згинальний момент, поперечна сила.

**Список публікацій** та/або виступів на конференціях студента:

Савченко О.С., Савченко Л.Г., Кочерженко В.А. Врахування сумісної роботи збірних залізобетонних ребристих плит перекриття при реконструкції будівель // Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми та перспективи розвитку виробництва» (24 листопада 2023 р.) – Харків, 2023.

В **додатках** наведено; тези конференції, альбом слайдів мультимедійної презентації.

**Структура роботи.** Робота складається з основного тексту на 37 сторінках, у тому числі 6 таблиць, 24 рисунки. Текст роботи містить вступ, 3 розділи, список з 11 використаних джерел, 2 додатків на 28 сторінках. Графічна частина складається з 23 слайдів мультимедійної презентації.

## **Abstract**

**Vladyslav Kocherzhenko. Taking into account the joint operation of ribbed floor slabs during building reconstruction** – Master's qualification work on manuscript rights.

**Master's qualification work** in specialty 192 "Construction and civil engineering". – Sumy National Agrarian University, Sumy, 2024.

The work consists of the content, an introduction, where the purpose, tasks, object of research, research methods are formulated, a review of research on the chosen topic, the main part of the research, where the calculation scheme of the floor from ribbed slabs is substantiated and calculations are carried out when the stiffness of individual elements changes, as well as conclusions are drawn based on the conducted research.

**The results of research** on the influence of changes in bending moments in a ribbed cover plate when reducing the stiffness of individual ribs.

**The analysis of publications and studies** established calculation schemes and differential equations used in the study of the joint operation of floor slabs.

**The main part** shows the justification of the selected calculation scheme of the floor disc made of ribbed floor slabs. The method of assignment of the calculation scheme, determination of the rigidity of its constituent elements, fastening of nodes, application of load is presented. Also, the results of calculations according to the given calculation scheme were obtained when the stiffness of one or two adjacent in the composition of the collective disk of the floor is changed. Obtained graphs of changes in internal forces (bending moments and transverse forces) depending on the change in stiffness of the ribs of ribbed plates. Obtained graphs of changes in internal forces depending on the position of the plate in the composite disk of the floor.

**The conclusions** show that the reduction in stiffness of all ribs, except for the first (extreme) effort in them, decreases almost proportionally to the reduction in their stiffness, therefore, with some reductions in the load on the floor disc, it is possible to abandon constructive measures to strengthen such a structure.

**Key words:** ribbed floor slabs, calculation scheme, stiffness, floor disc, bending moment, transverse force.

**A list of the student's publications and/or speeches at conferences:**

Savchenko O.S., Savchenko L.G., Kocherzhenko V.A. Taking into account the joint operation of prefabricated reinforced concrete ribbed floor slabs during the reconstruction of buildings // Materials of the XVII International Scientific and Practical Conference "Problems and Prospects of Production Development" (November 24, 2023) - Kharkiv, 2023.

In the **appendices** are given; abstracts of the conference, an album of multimedia presentation slides.

**Structure of work.** The work consists of the main text on 37 pages, including 6 tables, 24 figures. The text of the work contains an introduction, 3 chapters, a list of 11 used sources, 2 appendices on 28 pages. The graphic part consists of 23 slides of a multimedia presentation.

## ЗМІСТ

Анотація .....	4
Зміст.....	8
Вступ.....	9
Огляд досліджень .....	10
Дослідження впливу зміни жорсткості ребристих плит перекриття на згинальні моменти, що виникають в них, при врахуванні сумісної роботи ...	22
Висновки .....	34
Література .....	36

## ВСТУП

Збільшення обсягів виробництва продукції для задоволення зростаючих суспільних потреб може бути досягнуто тільки на основі інтенсифікації, тобто внесення таких якісних змін в матеріально-технічний базис виробництва, які дозволять повніше використовувати виробничі потужності, всі види сировини і палива, полегшити працю працівників, зробити його більш привабливим і продуктивним. У цьому кінцева задача технічного переозброєння і реконструкції виробництва.

Реконструкція будівель і споруд представляє собою складний, багатоетапний процес. Незважаючи на те, що будівництво нових об'єктів дуже розвинене в наші дні, іноді без реконструкції будівель обійтися просто неможливо. Наприклад, в тих випадках, якщо будівля сама по собі представляє деяку історичну цінність, або ж якщо таку цінність представляють собою будівлі, що знаходяться поблизу. В останньому випадку знесення старої будівлі може привести до того, що і сусідні будинки будуть пошкоджені. У таких випадках, а також в ряді інших, виникає потреба в реконструкції споруд.

*Реконструкція* – комплекс будівельних робіт та організаційно-технічних заходів, пов'язаних зі зміною основних техніко-економічних показників з метою часткового або повного зміни функціонального призначення, установки нового ефективного обладнання, поліпшення забудови територій, приведення у відповідність до сучасних збільшеними нормативними вимогами.

*Реконструкція* – одне з найбільш складних і трудомістких напрямків у сучасному будівництві, яке потребує значних витрат часу і фінансів.

**Мета роботи** – визначити можливість відмови від підсилення або заміни пошкоджених або таких, що частково втратили несучу здатність, несучих конструкцій перекриття або покриття в процесі реконструкції або реставрації будівель та споруд.

**Задачі дослідження.**

Встановлення межі втрати несучої здатності елементів перекриття, при якій можливо відмовитися від підсилення або заміни конструкцій.

**Об'єкт дослідження** – елементи збірних залізобетонних перекриттів.

**Предмет дослідження** – напружено-деформований стан пошкоджених елементів збірного залізобетонного перекриття.

**Методи дослідження** – метод скінчених елементів (програмний комплекс «Лира-САПР»).

**Наукову новизну** складає:

- Визначена межа втрати несучої здатності елементів перекриття, при якій можливо відмовитись від підсилення або заміни конструкцій.

**Практична значимість** магістерської роботи полягає в тому, що отримані результати дослідження дозволяють відмовитись від підсилення або заміни пошкоджених елементів перекриття або покриття.

**Апробація роботи.**

Основні результати роботи доповідалися на студентській конференції Сумського національного аграрного університету.

## ОГЛЯД ДОСЛІДЖЕНЬ

Практика промислового будівництва в різних країнах показала, що тенденція розміщення нових підприємств поза містом, "на зеленому лузі", веде до додаткових витрат на прокладку інженерних і транспортних комунікацій. Видалення місць прикладання праці, при якому працюють на промислових підприємствах витрачають на дорогу в одну сторону більше 40 хвилин, негативно позначається на їх працездатності, збільшуючи транспортну втому. На промислових підприємствах, віддалених від заселених територій, потрібна організація автономних об'єктів соціально-побутового та громадського призначення, які зазвичай малорентабельні через періодичності завантаження. У той же час при реконструкції існуючих підприємств може бути використаний не тільки наявний будівельний і інженерний потенціал, а й

економічні, соціальні переваги розміщення промислових об'єктів в планувальній структурі міста.

На сьогодні реконструкція будівлі – одне з актуальних напрямків у будівельно-ремонтній діяльності [1]. Це комплекс будівельних робіт та організаційно-технічних заходів, спрямованих на зміну основних техніко-економічних показників будівлі і поліпшення його функціонування.

Дослідженню питань будівництва та реконструкції присвячені праці вітчизняних і зарубіжних вчених А.Асаула, Д.Бабушкіна, А.Білоконя, Ю.Гриценко, А.Гойко, Ю.Гнездової, П.Горячкіна, А.Гусакова, В.Давидова, Б.Колтун, С.Кожем'яки, І.Лібермана, А.Мартиш, А.Прокопишина, В.Серова та ін., які зробили значний внесок до вивчення даної проблеми.

Одним із факторів необхідності реконструкції є часткове руйнування елементів перекриття. В виробничих будівлях, зведених в кінці 20-го сторіччя, в конструкціях покриттів і перекриттів в більшості випадків використовувалися ребристі залізобетонні плити перекриття. Частіше за все руйнування таких плит проходить не рівномірно по всій площі перекриття, а більш інтенсивно в місцях, де елементи перекриття піддалися впливу надзвичайних факторів (замочування, механічні впливи). В таких місцях проходить більш інтенсивне руйнування і, як наслідок, зменшення несучої здатності елементів збірного залізобетонного перекриття. (Рис. 1...Рис. 4).

В таких випадках виконують заходи по підсиленню елементів перекриття, що призводить до збільшенню трудомісткості робіт, збільшенню матеріальних витрат і, як наслідок, збільшенню вартості самої реконструкції будівлі. Часто умови взагалі не дозволяють виконати підсилення елементів перекриття. В таких випадках збірні елементи перекриття замінюють монолітними ділянками, що також збільшує вартість робіт.



*Рис. 1. Оголення арматури плити і балки*



*Рис. 2. Руйнування приопорної ділянки ребристої плити.*



*Рис. 3. Замочування ребристої плити покриття.*



*Рис. 4. Механічне руйнування поздовжніх ребер плит покриття. Вертикальні тріщини в поздовжніх ребрах перехідні на полицю плит шириною розкриття 1,0 ... 3,0 мм.*

На сьогодні розроблена методика врахування перерозподілу зусиль між елементами перекриття, розроблена Азізовим Талятом Нуредіновичем [5, 6].

Досягненням теоретичних досліджень є складені диференційні рівняння для визначення зусиль взаємодії між елементами збірного перекриття. В загальному випадку між плитами перекриття виникає чотири функції невідомих зусиль (Рис. 5):  $T_i$  – дотичні зусилля (Рис. 5,а),  $S_i$  – вертикальні погонні зусилля (Рис. 5,б),  $M_i$  – погонні поперечні згинальні моменти (Рис. 5,в),  $H_i$  – погонні зусилля розпору (Рис. 5,г).

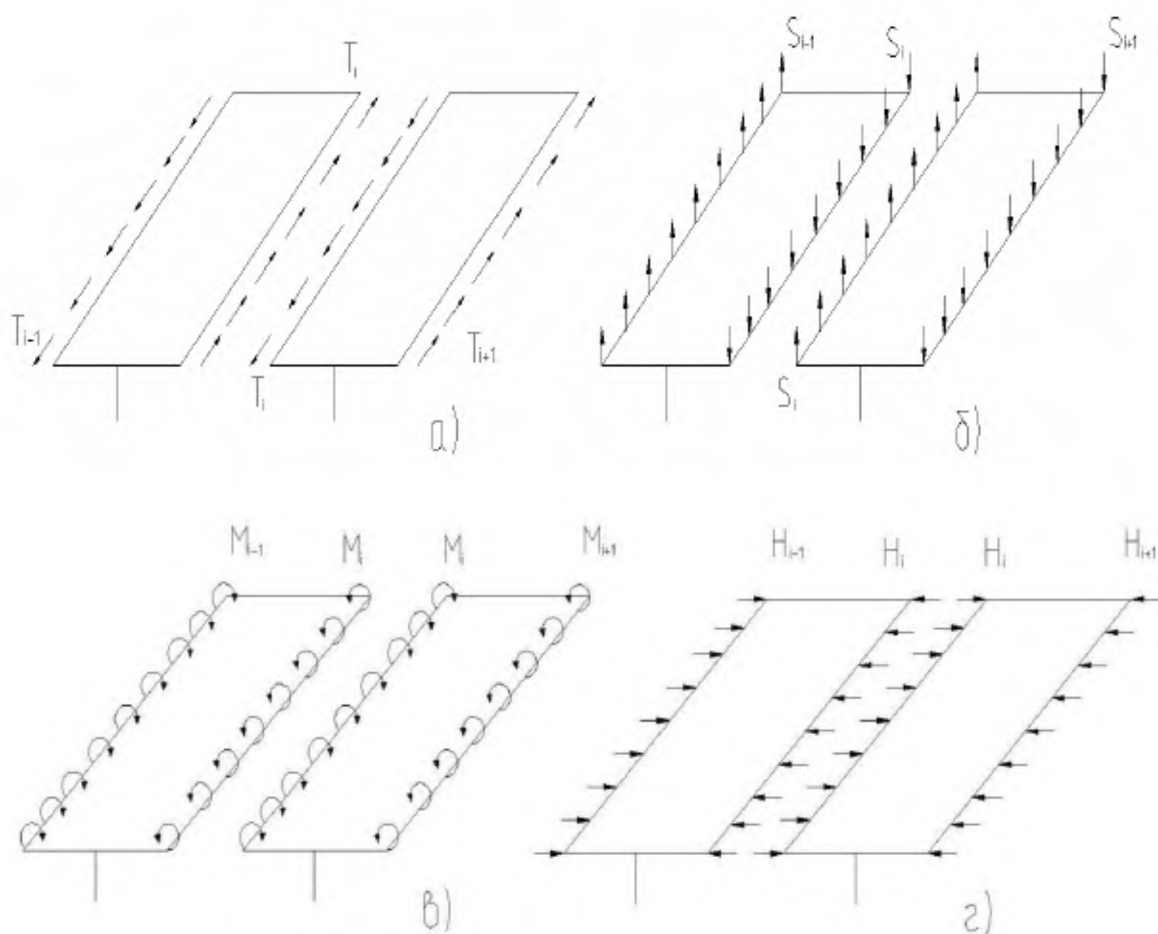


Рис. 5. Зусилля взаємодії між плитами перекриття.

$$\begin{aligned}
& \left( \frac{L_i R_i}{EIP_i} - \frac{1}{EA_i} - \frac{b_i^2}{EI_i} \right) T_{i-1}'' + \left( \frac{1}{EA_i} + \frac{b_i^2}{EI_i} + \frac{R_i^2}{EIP_i} + \frac{1}{EA_{i+1}} + \frac{b_{i+1}^2}{EI_{i+1}} + \frac{L_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) T_i'' \\
& + \left( \frac{1}{EA_{i+1}} + \frac{b_{i+1}^2}{EI_{i+1}} - \frac{R_{i+1} L_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) T_{i+1}'' + \left( \frac{b_i}{EI_i} \right) MS_{i-1}'' \\
& + \left( -\frac{b_i}{EI_i} - \frac{b_{i+1}}{EI_{i+1}} \right) MS_i'' + \left( \frac{b_{i+1}}{EI_{i+1}} \right) MS_{i+1}'' + \left( \frac{R_i}{EIP_i} \right) MH_{i-1}'' \\
& + \left( -\frac{R_i}{EIP_i} + \frac{L_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) MH_i'' + \left( \frac{L_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) MH_{i+1}'' \\
& = \frac{b_i}{EI_i} MQ_i'' - \frac{b_{i+1}}{EI_{i+1}} MQ_{i+1}'' \\
& \left( \frac{b_i}{EI_i} \right) T_{i-1} + \left( -\frac{b_i}{EI_i} - \frac{b_{i+1}}{EI_{i+1}} \right) T_i + \left( \frac{b_{i+1}}{EI_{i+1}} \right) T_{i+1} + \left( -\frac{1}{EI_i} \right) MS_{i-1} + \left( \frac{1}{EI_i} + \frac{1}{EI_{i+1}} \right) MS_i \\
& - \left( \frac{1}{EI_{i+1}} \right) MS_{i+1} + \left( \frac{L_i R_i}{GI_i} \right) MS_{i-1}'' + \left( \frac{R_i^2}{GI_i} + \frac{L_{i+1}^2}{GI_{i+1}} \right) MS_i'' \\
& + \left( \frac{L_{i+1} R_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MS_{i+1}'' + \left( \frac{R_i^3}{3D_i} + \frac{L_{i+1}^3}{3D_{i+1}} \right) MS_i^{IV} + \frac{R_i}{GI_i} M_{i-1} \\
& + \left( \frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}} - \frac{R_i}{GI_i} \right) M_i - \left( \frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) M_{i+1} + \left( \frac{L_{i+1}^2}{2D_i} - \frac{R_i^2}{2D_i} \right) M_i'' + \left( \frac{b_i R_i}{GI_i} \right) MH_{i-1}'' \\
& + \left( \frac{b_{i+1} L_{i+1}}{GI_{i+1}} - \frac{b_i R_i}{GI_i} \right) MH_i'' - \left( \frac{b_{i+1} L_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MH_{i+1}'' \tag{1} \\
& = \frac{1}{EI_{i+1}} MQ_{i+1} - \frac{1}{EI_i} MQ_i \\
& \left( \frac{L_i}{GI_i} \right) MS_{i-1}'' + \left( \frac{R_i}{GI_i} - \frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MS_i'' - \left( \frac{R_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MS_{i+1}'' + \left( \frac{R_i^2}{2D_i} - \frac{L_{i+1}^2}{2D_{i+1}} \right) MS_i^{IV} \\
& + \left( \frac{1}{GI_i} \right) M_{i-1} + \left( -\frac{1}{GI_i} - \frac{1}{GI_{i+1}} \right) M_i + \left( \frac{1}{GI_{i+1}} \right) M_{i+1} - \left( \frac{R_i}{D_i} + \frac{L_{i+1}}{D_{i+1}} \right) M_i'' \\
& + \left( \frac{b_i}{GI_i} \right) MH_{i-1}'' + \left( -\frac{b_i}{GI_i} - \frac{b_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MH_i'' + \left( \frac{b_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MH_{i+1}'' = 0 \\
& \left( \frac{L_i}{EIP_i} \right) T_{i-1} + \left( \frac{R_i}{EIP_i} - \frac{L_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) T_i - \left( \frac{R_{i+1}}{EIP_{i+1}} \right) T_{i+1} + \left( \frac{b_i L_i}{GI_i} \right) MS_{i-1}'' \\
& + \left( \frac{b_i R_i}{GI_i} - \frac{b_{i+1} L_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MS_i'' - \left( \frac{b_{i+1} R_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) MS_{i+1}'' + \left( \frac{b_i}{GI_i} \right) M_{i-1} \\
& + \left( -\frac{b_i}{GI_i} - \frac{b_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) M_i + \left( \frac{b_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) M_{i+1} + \left( \frac{1}{EIP_i} \right) MH_{i-1}'' \\
& + \left( -\frac{1}{EIP_i} - \frac{1}{EIP_{i+1}} \right) MH_i'' + \left( \frac{1}{EIP_{i+1}} \right) MH_{i+1}'' + \left( \frac{b_i^2}{GI_i} \right) MH_{i-1}'' \\
& + \left( -\frac{b_i^2}{GI_i} - \frac{b_{i+1}^2}{GI_{i+1}} \right) MH_i'' + \left( \frac{b_{i+1}^2}{GI_{i+1}} \right) MH_{i+1}'' = 0
\end{aligned}$$

де  $L_i$  і  $R_i$  – ширина лівої і правої полок  $i$ -того ребра;

$b_i$  - відстань від центра ваги  $i$ -того ребра до центра ваги полок;

$EF_i$  - жорсткість  $i$ -того ребра на поздовжні зусилля;

$EIP_i$  - згинальна жорсткість  $i$ -того ребра в горизонтальному напрямку;

$EI_i$  - згинальна жорсткість  $i$ -того ребра;

$D_i$  - циліндрична жорсткість  $i$ -того ребра;

$T_i$  - дотичні зусилля в  $i$ -тому шві;

$MS_i$  - момент в  $i$ -тому шві, викликаний вертикальними зусиллями;

$M_i$  - момент в  $i$ -тому шві;

$MQ_i$  - моменти в  $i$ -тому шві, викликані зовнішніми навантаженнями.

Всіляка модифікація, доповнення та зміна наведених рівнянь дозволяє вирішувати різні завдання. В роботі [8] розглянуто удосконалення рівнянь автором роботи для випадку розрахунку збірних ребристих плит.

Розглянемо розрахунок збірних перекриттів з урахуванням просторової роботи ребристих плит. Схема поперечного перерізу такого перекриття показана на

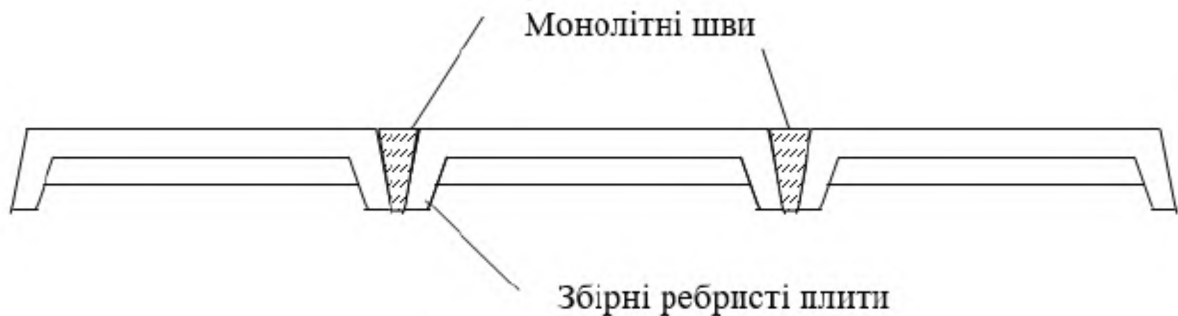


Рис. 6. Схема поперечного перерізу збірного ребристого перекриття.

Як і при розрахунку збірних пустотних настилів [11] будемо вважати, що монолітні шви передають з плити на плиту тільки вертикальні зусилля взаємодії. Отже, шви можна моделювати як циліндричні шарніри.

У роботах [5, 10] показано, що при невеликій висоті ребристих плит з досить малою втратою в точності розрахунків можна знехтувати силами

розпору  $H_i(x)$ . Крім того, можна прийняти переріз плити замість П-подібного з полицею в стислій зоні хрестоподібним з полицею, розташованою на рівні центрів ваги ребер (Рис. 7). При цьому, однак, згинальну жорсткість ребра  $I_r$  (Рис. 7, г) слід приймати на рівні згинальної жорсткості таврового елемента, з реальними розмірами ребра і полки. В цьому випадку нехтування дотичними силами  $T_i(x)$  виявляється цілком виправданим. Цей факт підтверджується також чисельними дослідженнями за МСЕ, проведеними в [8].

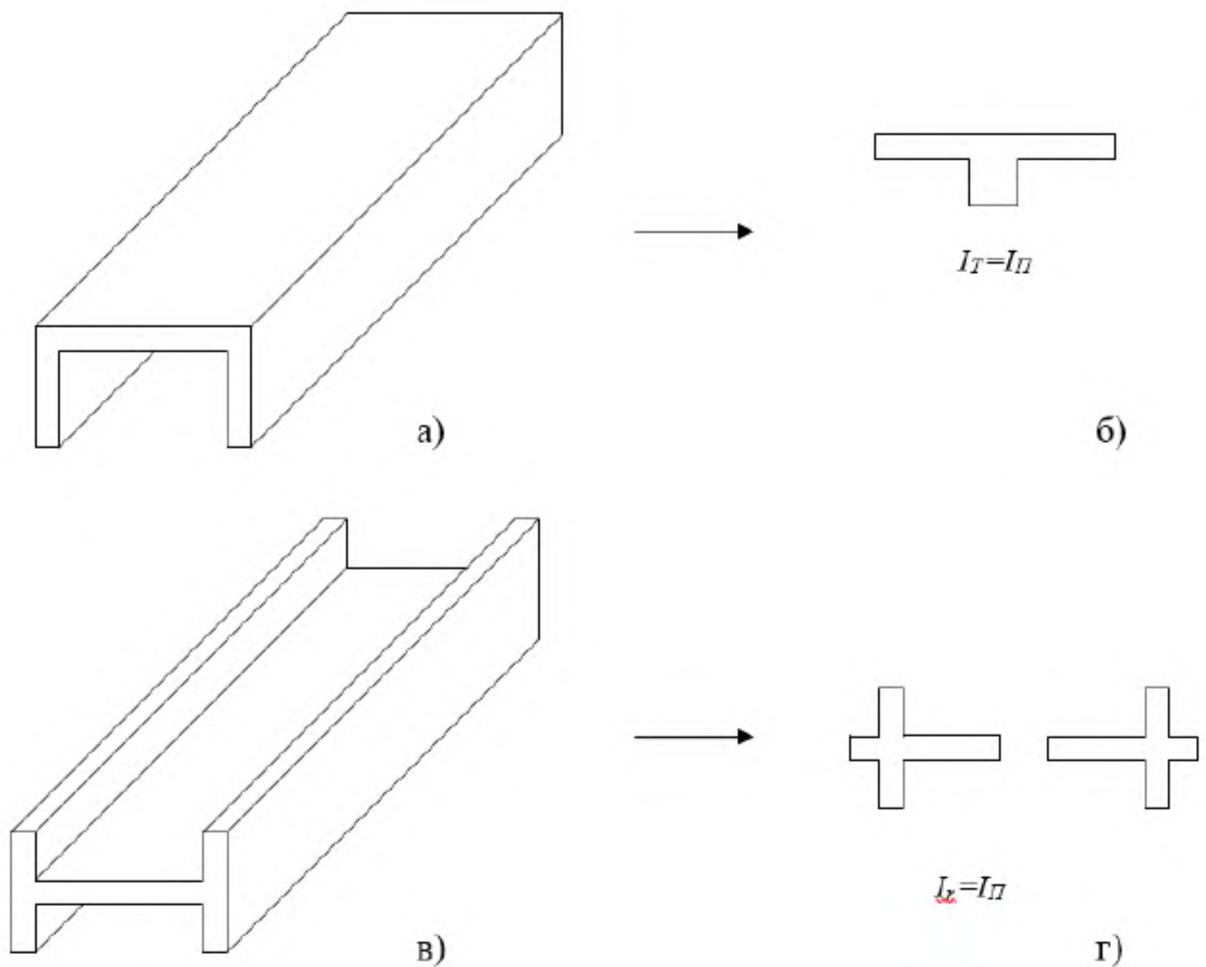


Рис. 7. Схема можливості заміни П-подібної плити з полицею в стислій зоні хрестоподібної плитою з полицею, розташованою на рівні центра ваги ребра.

З огляду на вищесказане, можемо констатувати факт можливості розрахунку збірного перекриття за допомогою рівняння (1) зі значно меншою кількістю функціональних невідомих (при обліку всіх складових внутрішніх

зусиль число невідомих в ребристому перекритті дорівнює  $4 \cdot m$ , де  $m$  - кількість січних площин, а при розрахунку з вищезазначеними припущеннями, число невідомих дорівнює  $2 \cdot m$ ).

Розглянемо тепер розрахункову модель збірного перекриття з П-подібних плит з урахуванням зазначених вище припущень. На Рис. 8 приведена реальна (Рис. 8, а) і спрощена (Рис. 8, б) розрахункові схеми. Розсічемо перекриття площинами, паралельними поздовжнім осям ребер (осі X) в середині між двома ребрами кожної плити, а так само по монолітним швам між плитами (січні площини 1-7 на Рис. 8).

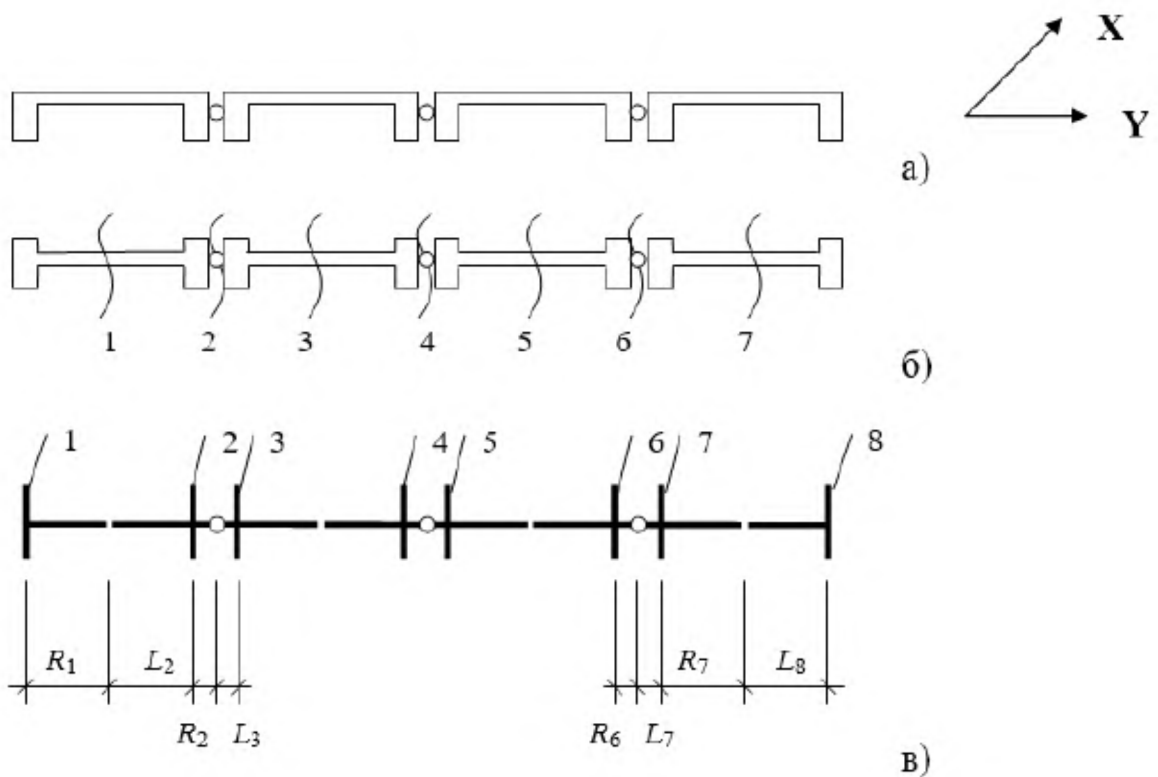


Рис. 8. Схема розсічення збірного ребристого перекриття площинами, паралельними ребрам плит.

При цьому ліворуч і праворуч від кожного відсіченого ребра вильоти полиць матимуть різну довжину (Рис. 8, в). Поперечний переріз перекриття, що складається з чотирьох ребристих плит, після розсічення поздовжніми площинами на окремі ребра, показано на Рис. 9. Відмінність цієї схеми полягає в тому, що в місці розсічення між ребрами однієї плити діють як вертикальні зусилля  $S_i(x)$ , так і моменти  $M_i(x)$ , а в місці розсічення по монолітному шву

(між ребрами сусідніх плит) діють тільки вертикальні зусилля  $S_i(x)$ . Крім того, вильоти полиць відрізняються. Так, наприклад, для другого ребра на Рис. 8 (праве ребро першої плити) виліт полки ліворуч  $L_2$  дорівнює половині відстані між ребрами, а виліт полки праворуч  $R_2$  – половині товщини монолітного шва (в розрахунках можна приймати виліт фіктивної полки з боку монолітного шва рівним 2 см плюс половина товщини ребра).

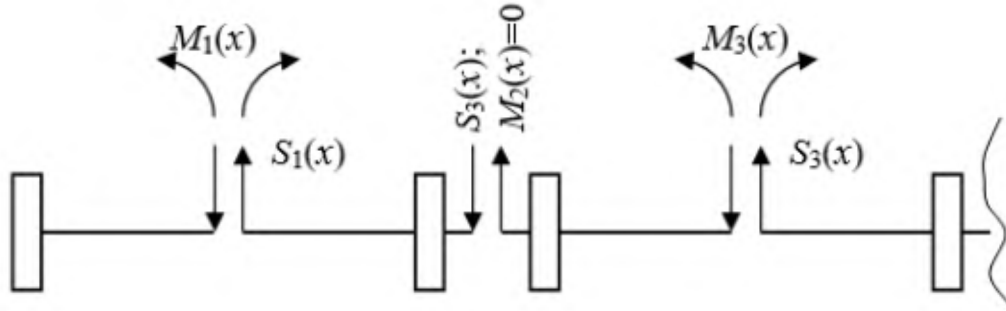


Рис. 9. Схема дії зусиль в збірному перекритті з ребристих плит.

Практично, обнуління функцій поперечних моментів в місцях розташування монолітних швів досягається шляхом обнуління коефіцієнтів при невідомих  $M_i(x)$  в кожній точці по довжині подовжнього перерізу.

Система диференціальних рівнянь для випадку розрахунку збірного перекриття з ребристих плит з урахуванням вищесказаного буде виглядати:

$$\begin{aligned}
 & \left(-\frac{1}{EI_i}\right)MS_{i-1} + \left(\frac{1}{EI_i} + \frac{1}{EI_{i+1}}\right)MS_i - \left(\frac{1}{EI_{i+1}}\right)MS_{i+1} + \left(\frac{L_i R_i}{GI_i}\right)MS_{i-1}'' \\
 & + \left(\frac{R_i^2}{GI_i} + \frac{L_{i+1}^2}{GI_{i+1}}\right)MS_i'' + \left(\frac{L_{i+1} R_{i+1}}{GI_{i+1}}\right)MS_{i+1}'' + \left(\frac{R_i^3}{3D_i} + \frac{L_{i+1}^3}{3D_{i+1}}\right)MS_i^{IV} \\
 & + \frac{R_i}{GI_i}M_{i-1} + \left(\frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}} - \frac{R_i}{GI_i}\right)M_i - \left(\frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}}\right)M_{i+1} + \left(\frac{L_{i+1}^2}{2D_i} - \frac{R_i^2}{2D_i}\right)M_i'' \\
 & = \frac{1}{EI_{i+1}}MQ_{i+1} - \frac{1}{EI_i}MQ_i \tag{2}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \left(\frac{L_i}{GI_i}\right)MS_{i-1}'' + \left(\frac{R_i}{GI_i} - \frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}}\right)MS_i'' - \left(\frac{R_{i+1}}{GI_{i+1}}\right)MS_{i+1}'' + \left(\frac{R_i^2}{2D_i} - \frac{L_{i+1}^2}{2D_{i+1}}\right)MS_i^{IV} \\
 & + \left(\frac{1}{GI_i}\right)M_{i-1} + \left(-\frac{1}{GI_i} - \frac{1}{GI_{i+1}}\right)M_i + \left(\frac{1}{GI_{i+1}}\right)M_{i+1} - \left(\frac{R_i}{D_i} + \frac{L_{i+1}}{D_{i+1}}\right)M_i'' \\
 & = 0
 \end{aligned}$$

де для кожного перерізу з номером  $k$  обнуляються коефіцієнти при  $M_k(x)$ , якщо це монолітний шов, або не обнуляються, якщо це переріз між поздовжніми ребрами плити.

Експериментальними дослідженнями різних авторів [7, 9] встановлено, що монолітний шов піддається зсуву, що позначається на розподілі зусиль між плитами. Врахування зсуву монолітного шва можна виконати наступним чином.

Нехай монолітний шов має товщину  $h_s$  (Рис. 10) і ширину  $b_s$ . Вертикальні зусилля взаємодії  $S_i(x)$  будуть деформувати його. Ці деформації, зважаючи на малу величини  $b_s$ , будуть обумовлені, в основному, деформаціями зсуву  $\Delta S$ , які легко визначаються за відомими формулами опору матеріалів. У розрахунковій схемі (Рис. 8, в) монолітний шов моделюється консольної полицею вильотом  $b_s$ , вертикальні переміщення якої, обумовлюються деформаціями згину  $y_s$  (Рис. 10, б). З умови рівності переміщень від зсуву  $\Delta S$  переміщення від вигину фіктивної полки  $y_s$  (тобто з умови  $\Delta S = y_s$ ) легко визначити еквівалентну згинальну жорсткість фіктивної полки, що моделює роботу монолітного шва.

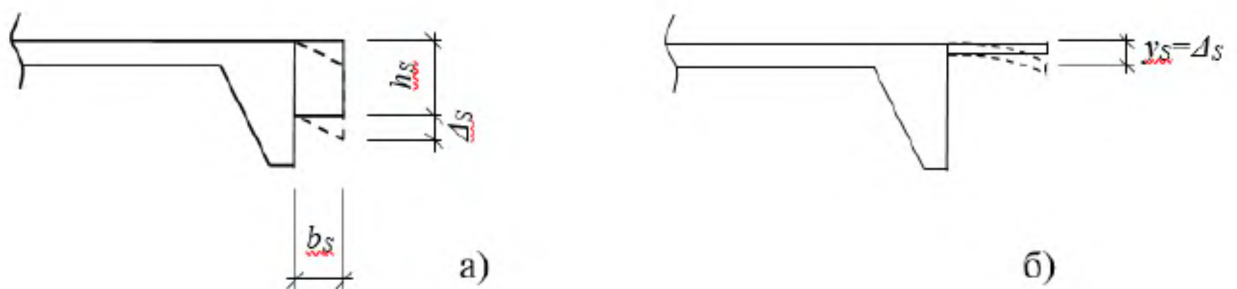


Рис. 10. Схема для врахування зсуву монолітного шва.

Слід зазначити, що в діапазоні реальної жорсткості монолітних швів, вплив деформацій останніх виявляється досить незначним. Отже, в розрахунках можна приймати згинальну жорсткість фіктивних полиць, що моделюють монолітний шов, рівній нескінченності, без підрахунку її еквівалентної жорсткості.

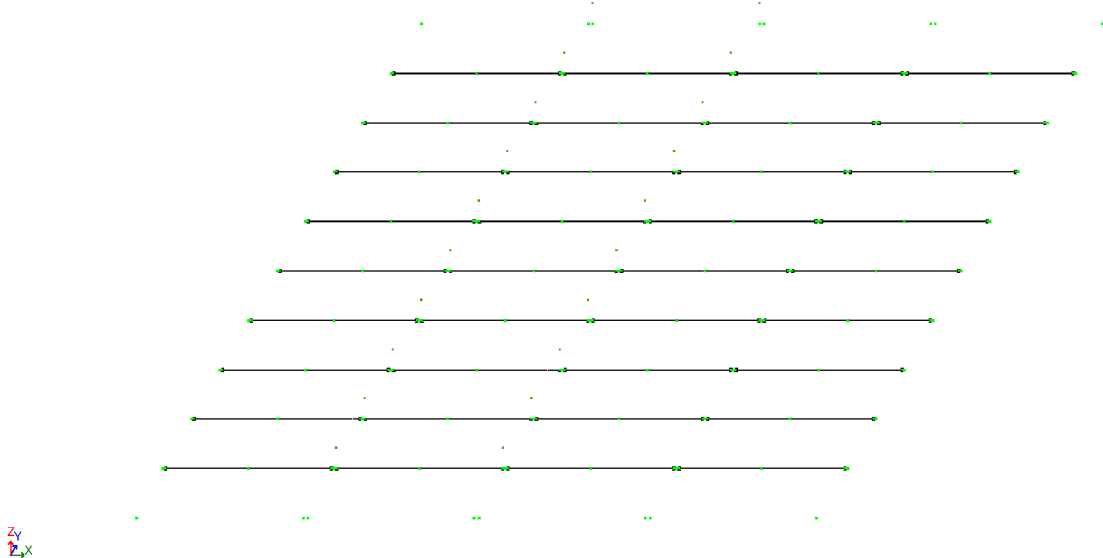
При вирішенні рівняння (2) з урахуванням жорсткості фіктивних полук в [8] отримано остаточне рівняння для розрахунку сумісної роботи ребристих плит перекриття:

$$\begin{aligned}
 & \left( -\frac{1}{EI_i} - \frac{L_i R_i \alpha^2}{GI_i} \right) MS_{n,i-1} + \left( \frac{1}{EI_i} + \frac{1}{EI_{i+1}} - \frac{R_i^2 \alpha^2}{GI_i} + \frac{L_{i+1}^2 \alpha^2}{GI_{i+1}} + \frac{R_i^3 \alpha^4}{3D_i} + \frac{L_{i+1}^3 \alpha^4}{3D_{i+1}} \right) MS_{n,i} \\
 & - \left( \frac{1}{EI_{i+1}} + \frac{L_{i+1} R_{i+1} \alpha^2}{GI_{i+1}} \right) MS_{n,i+1} + \left( \frac{R_i}{GI_i} \right) M_{n,i-1} \\
 & + \left( \frac{R_i^2 \alpha^2}{2D_i} - \frac{L_{i+1}^2 \alpha^2}{2D_{i+1}} - \frac{R_i^2}{GI_i} + \frac{L_{i+1}^2}{GI_{i+1}} \right) M_{n,i} - \left( \frac{L_{i+1}}{GI_{i+1}} \right) M_{n,i+1} \\
 & = \frac{1}{EI_i} (MQ_{n,i+1} - MQ_{n,i}) \tag{3} \\
 & - \left( \frac{L_i \alpha^2}{GI_i} \right) MS_{n,i-1} + \left( -\frac{R_i \alpha^2}{GI_i} + \frac{L_{i+1} \alpha^2}{GI_{i+1}} + \frac{R_i^2 \alpha^4}{2D_i} + \frac{L_{i+1}^2 \alpha^4}{2D_{i+1}} \right) MS_{n,i} + \left( \frac{R_{i+1} \alpha^2}{GI_{i+1}} \right) MS_{n,i+1} \\
 & + \left( \frac{1}{GI_i} \right) M_{n,i-1} - \left( \frac{1}{GI_i} + \frac{1}{GI_{i+1}} + \frac{R_i \alpha^2}{D_i} + \frac{L_{i+1} \alpha^2}{D_{i+1}} \right) M_{n,i} + \left( \frac{1}{GI_{i+1}} \right) M_{n,i+1} \\
 & = 0
 \end{aligned}$$

де  $\alpha = \frac{\pi a}{l}$  – коефіцієнт, введений для спрощення розрахунку рядів Фур'є.

Однак і такий вид остаточного рівняння, навіть не являючись системою диференціальних рівнянь, є досить складним для використання в інженерних розрахунках. В роботі [8] використовувалася математична модель для перевірки результатів рішення за наведеними рівняння. При цьому математична модель мала вигляд, зазначений на Рис. 11

Зображення 1



Зв  
2, X

Рис. 11. Математична модель диска перекриття із ребристих плит.

Всі розрахунки, при цьому, виконувалися при нерівномірному завантаженні диску перекриття, що не відповідає вихідним даним при розрахунку будівельних конструкцій. У відповідності до вимог нормативних документів завантаження диску перекриття або покриття виконується в більшості випадків рівномірно розподіленим навантаженням, а в цих умовах, при спиранні плит перекриття лише по торцях, перерозподіл зусиль між суміжними плитами відсутній і, як наслідок, ефект сумісної роботи плит перекриття зводиться до нуля.

Але при тривалій експлуатації будівель за рахунок корозії або механічного пошкодження виникає зменшення окремих плит, або ребер плит і цей ефект не досліджений, а лише окреслений в значній кількості робіт.

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗМІНИ ЖОРСТКОСТІ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ НА ЗГИНАЛЬНІ МОМЕНТИ, ЩО ВИНИКАЮТЬ В НИХ, ПРИ ВРАХУВАННІ СУМІСНОЇ РОБОТИ**

В практиці обстеження і реконструкції будівель і споруд часто зустрічаються випадки, коли в диску перекриття окрема плита, або ребро ребристої плити, уражена корозією, або механічно уражена, а інші ще не втратили своєї здатності сприймати навантаження. Однак, у відповідності до вимог, необхідно виконувати заходи по підсиленню або заміні таких уражених елементів перекриття.

На сьогодні розроблена методика врахування сумісної роботи плит перекриття при їх розрахунку. У відповідності до цієї методики зусилля з більш навантажених і менш жорстких елементів перерозподіляються на менш завантажені і більш жорсткі. [5, 6, 8]. Виходячи з цього твердження існує можливість того, що зменшення несучої здатності плит перекриття за рахунок корозії або механічних пошкоджень компенсується перерозподіленням зусиль між суміжними плитами. Дослідженню залежності жорсткості плити

перекриття і виникаючого згинального моменту в цій плиті і присвячена дослідницька робота.

В сучасних умовах розвитку комп'ютерної техніки і прикладних комп'ютерних програм для розрахунку будівельних конструкцій, найбільш раціональним є математичне моделювання диску перекриття. Більшість комп'ютерних прикладних програмних комплексів для розрахунку будівельних конструкцій реалізована на основі метода скінчених елементів (МСЕ). Найбільш відомі і розповсюджені на території України є програмні комплекси Лира-САПР і SCAD. Точність розв'язання задач за допомогою метода скінчених елементів в основному залежить від правильності завдання розрахункової схеми і дискретності розбивання розрахункової моделі.

В роботах [7, 8] доказана можливість моделювання збірного диску перекриття стрижневими скінченими елементами. При цьому розрахункова схема диску перекриття буде мати вигляд, зазначений на Рис. 11.

Попередні дослідження проводилися при умові нерівномірного навантаження диску перекриття, коли одна з плит диску перекриття завантажувалася більшим навантаженням, ніж інші, що дозволяло визначити ефект перерозподілу зусиль між плитами. Зазвичай, при розрахунку перекриття і їх елементів, перекриття вважають завантаженими рівномірно розподіленим навантаженням по всій площі, що зводить ефект сумісної роботи до нуля.

В нашому випадку ми вважаємо різним не навантаження на плити перекриття, а різними жорсткості самих плит, що також повинно викликати перерозподіл зусиль між плитами. Для прикладу візьмемо диск перекриття, що складається з п'яти залізобетонних ребристих плит шириною розміром 1,5×6 м у відповідності до серії 1.465.1-7/84.

В роботі [8] наведений принцип визначення жорсткостей при розрахунку диску перекриття на основі розрахункової схеми, яка складається із стрижневих елементів.

Для зазначених плит виліт меншої полиці приймається рівною 2 см з висотою 30 см (з припущення рівності її вильоту товщині шва між плитами

перекрыття), а виліт більшої полиці – 73 см з висотою 5 см. Жорсткість ребра за згин і кручення приймається рівною жорсткості Г-подібного перерізу половини ребристої плити (Рис. 12)

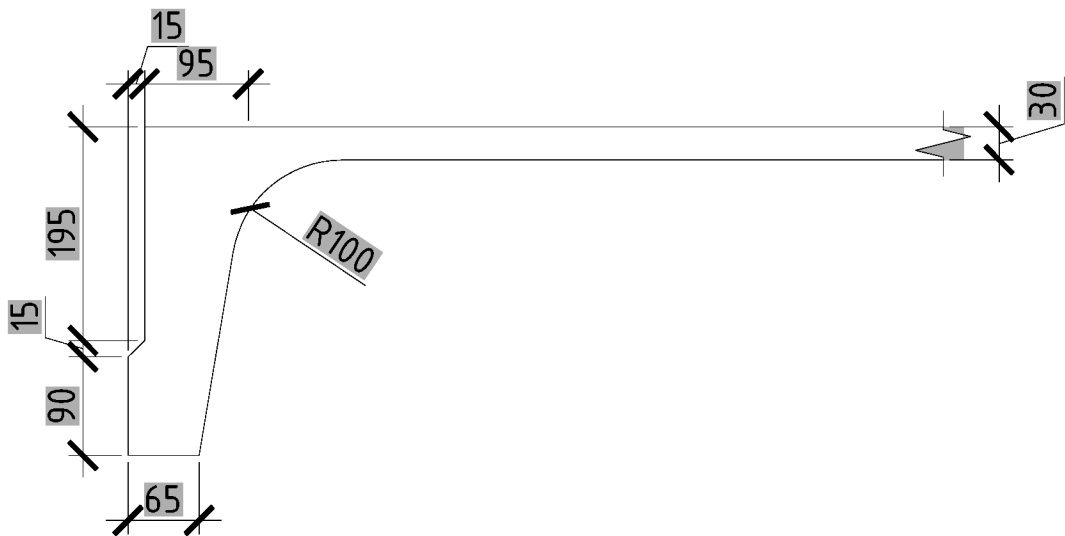


Рис. 12. Переріз половини ребристої плити по серії 1.465.1-7/84.

На основі формул опору матеріалів для визначення геометричних характеристик складних перерізів отримаємо геометричні характеристики елементів розрахункової схеми для розрахунку за методом скінчених елементів, які наведені в Таблиця 1

Таблиця 1. Геометричні перерізи половини ребристої плити перекриття.

Геометричні характеристики	Ширина плити
	1,5 м
Площа перерізу, $A, \text{см}^2$	443,8
Момент інерції відносно осі $Y$ , $I_y, \text{см}^4$	35095,8
Момент інерції відносно осі $Z$ , $J_z, \text{см}^4$	215892,1
Момент інерції перерізу на кручення, $J_{tor}, \text{см}^4$	52309,7

Ширина перерізу полицок залежить від дискретності розбиття плити по довжині. Для достатньої точності прийємо розбиття вздовж поздовжньої осі кожного ребра на 10 елементів, в такому випадку ширина полицок, що моделюють шов і полку ребристої плити приймаємо 60 см

При класі бетону елементів перекриття С30/35, для яких у відповідності до ДБН В.2.6-98:2009 модуль пружності  $E_{cm} = 34,5$  ГПа, а  $G = 0,4E_{cm} = 0,4 \cdot 34,5 = 13,8$  ГПа, жорсткість елементів, що моделюють поздовжній стержень будуть мати наступні величини:

Таблиця 2. Параметри жорсткості для поздовжніх елементів, що моделюють половину ребристої плити, шириною 1,5 м.

Параметр	Величина
$EA$ , кН	1531110
$EI_y$ , кН·см <sup>2</sup>	1211080510
$EI_z$ , кН·см <sup>2</sup>	744827745
$GI_k$ , кН·см <sup>2</sup>	72187386

Зображення 1

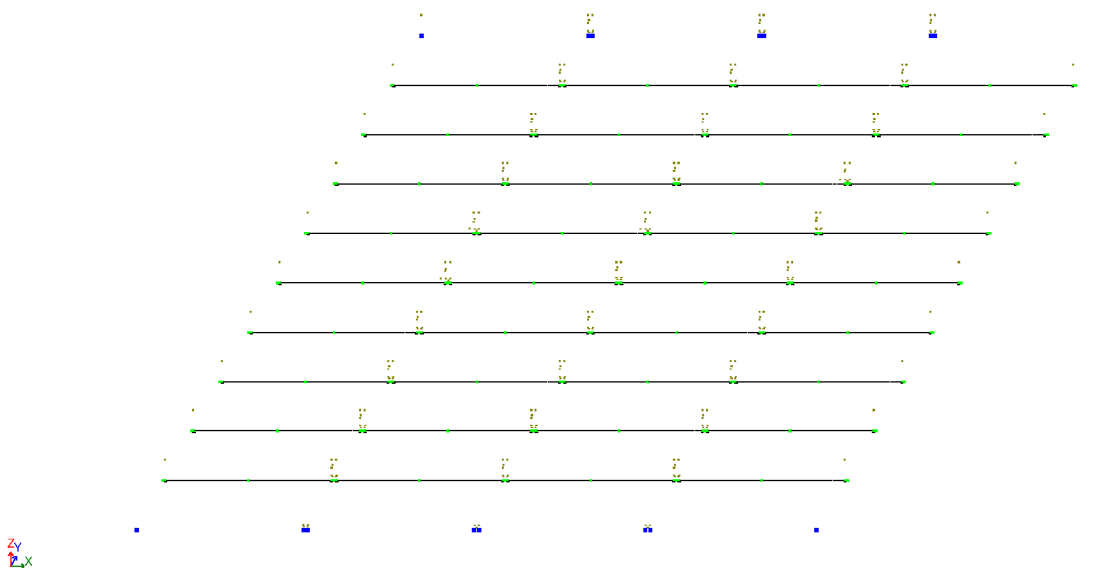


Рис. 13. Розрахункова схема диску перекриття розміром 6×6 м, що складається з чотирьох ребристих плит, опертих по торцях.

Полички моделюємо прямокутними стрижневими елементами.

На підставі отриманої жорсткості задаємо розрахункову схему диску перекриття розміром  $6 \times 6$  м, що складається з п'яти плит, обпертих лише по торцях, і отримуємо результати згинальних моментів в плитах (Рис. 13).

Потім поступово змінюємо жорсткість поздовжнього елемента на згин і побудуємо графік залежності зміни цієї жорсткості на зміну згинальних моментів в цій плиті.

Для прикладу візьмемо диск перекриття із п'яти плит. Весь диск перекриття завантажений рівномірно розподіленим навантаженням. Для розрахунку приймемо рівномірно розподілене навантаження по довжині кожного ребра, рівне  $q = 10$  кН/м.

При таких умовах епюра згинальних моментів буде мати вигляд, зазначений на Рис. 14.

При цьому максимальний згинальний момент в кожному ребрі плиті перекриття буде дорівнювати  $M = 45$  кН·м, що відповідає умовам будівельної механіки, у відповідності до яких  $M = \frac{ql^2}{8} = \frac{10 \cdot 6^2}{8} = 45$  кН·м.

Почергово визначимо значення згинальних моментів і поперечних сил, і побудуємо графіки залежності зміни згинальних моментів від зміни жорсткості для першого, другого і третього ребра ребристої плити перекриття. Крок зміни згинальної жорсткості приймемо 5 %. Мінімальну жорсткість прийнято в межах 10% від реальної згинальної жорсткості плити перекриття.

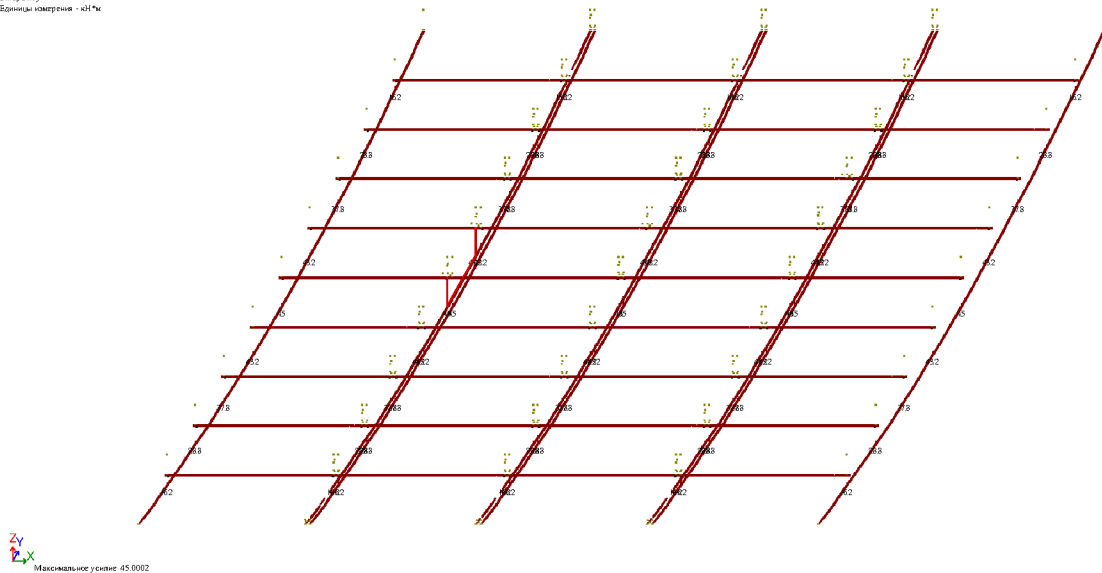
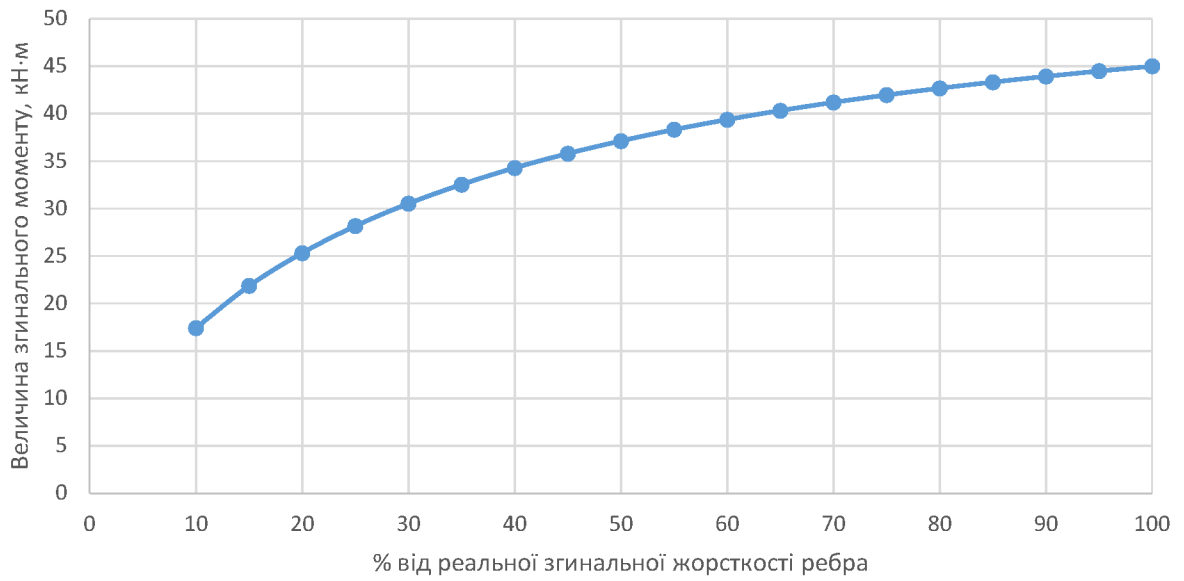


Рис. 14. Епюра згинальних моментів в диску перекриття з п'яти плит, завантаженого рівномірною розподіленою навантаженням.

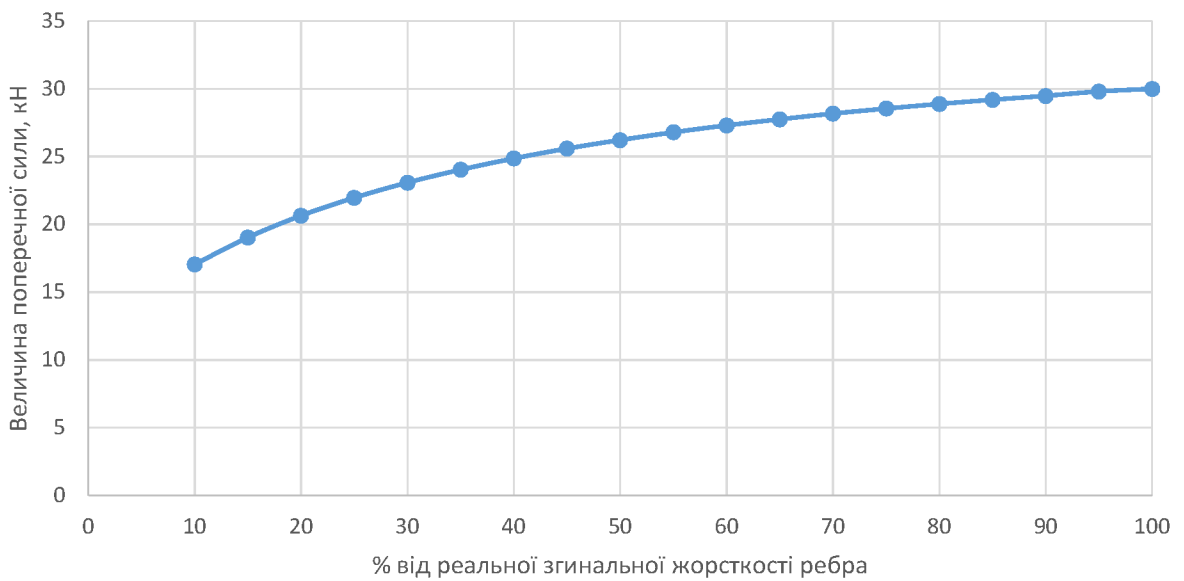
Таблиця 3. Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в першому ребрі.

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	44.49	98.9	29.8	99.3
10897.2	90	43.93	97.6	29.48	98.3
10291.8	85	43.33	96.3	29.19	97.3
9686.4	80	42.68	94.8	28.88	96.3
9081	75	41.97	93.3	28.54	95.1
8475.6	70	41.19	91.5	28.17	93.9
7870.2	65	40.33	89.6	27.75	92.5
7264.8	60	39.38	87.5	27.3	91
6659.4	55	38.32	85.2	26.79	89.3
6054	50	37.13	82.5	26.22	87.4
5448.6	45	35.8	79.6	25.59	85.3
4843.2	40	34.29	76.2	24.86	82.9
4237.8	35	32.54	72.3	24.03	80.1
3632.4	30	30.53	67.8	23.08	76.9
3027	25	28.16	62.6	21.96	73.2
2421.6	20	25.32	56.3	20.64	68.8
1816.2	15	21.85	48.6	19.03	63.4
1210.8	10	17.43	38.7	17.05	56.8

Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)

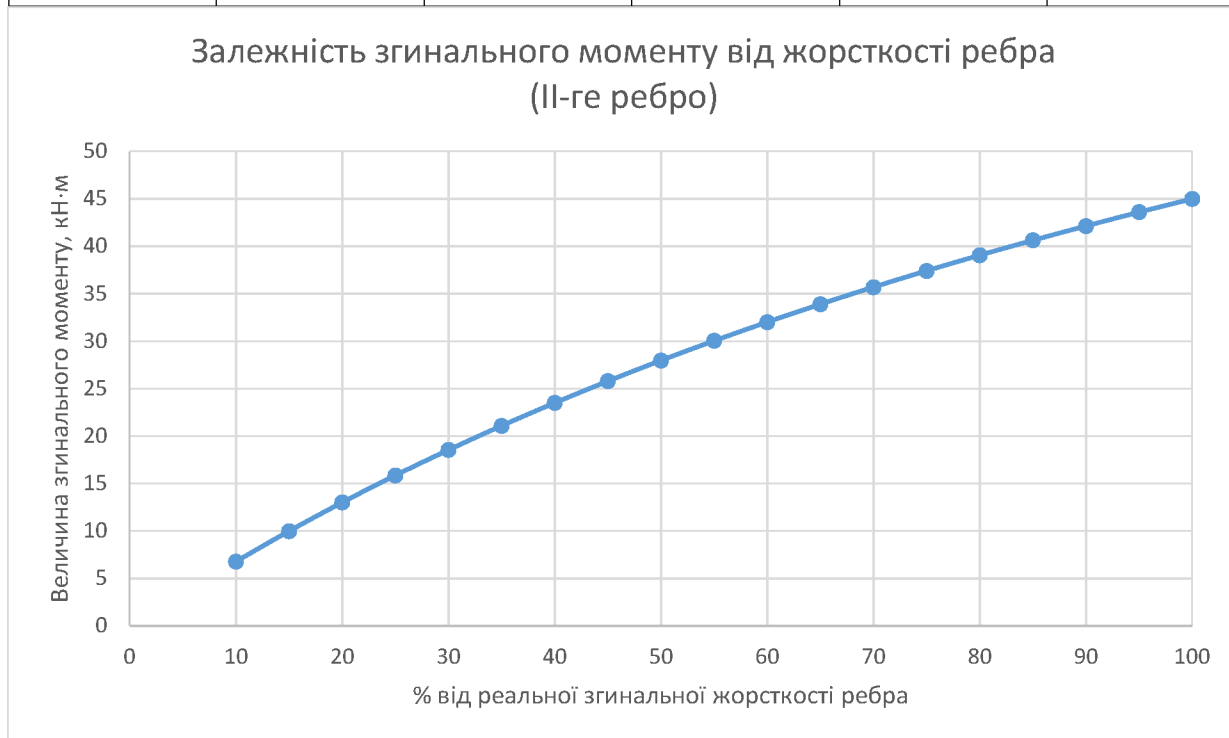


Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



Таблиця 4. Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в другому ребрі.

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.6	96.9	29.18	97.3
10897.2	90	42.14	93.6	28.32	94.4
10291.8	85	40.63	90.3	27.42	91.4
9686.4	80	39.06	86.8	26.49	88.3
9081	75	37.42	83.2	25.51	85
8475.6	70	35.7	79.3	24.48	81.6
7870.2	65	33.9	75.3	23.4	78
7264.8	60	32.01	71.1	22.26	74.2
6659.4	55	30.04	66.8	21.07	70.2
6054	50	27.97	62.2	19.81	66
5448.6	45	25.79	57.3	18.47	61.6
4843.2	40	23.5	52.2	17.07	56.9
4237.8	35	21.09	46.9	15.57	51.9
3632.4	30	18.54	41.2	13.99	46.6
3027	25	15.86	35.2	12.3	41
2421.6	20	13.01	28.9	10.51	35
1816.2	15	9.99	22.2	8.61	28.7
1210.8	10	6.79	15.1	6.58	21.9

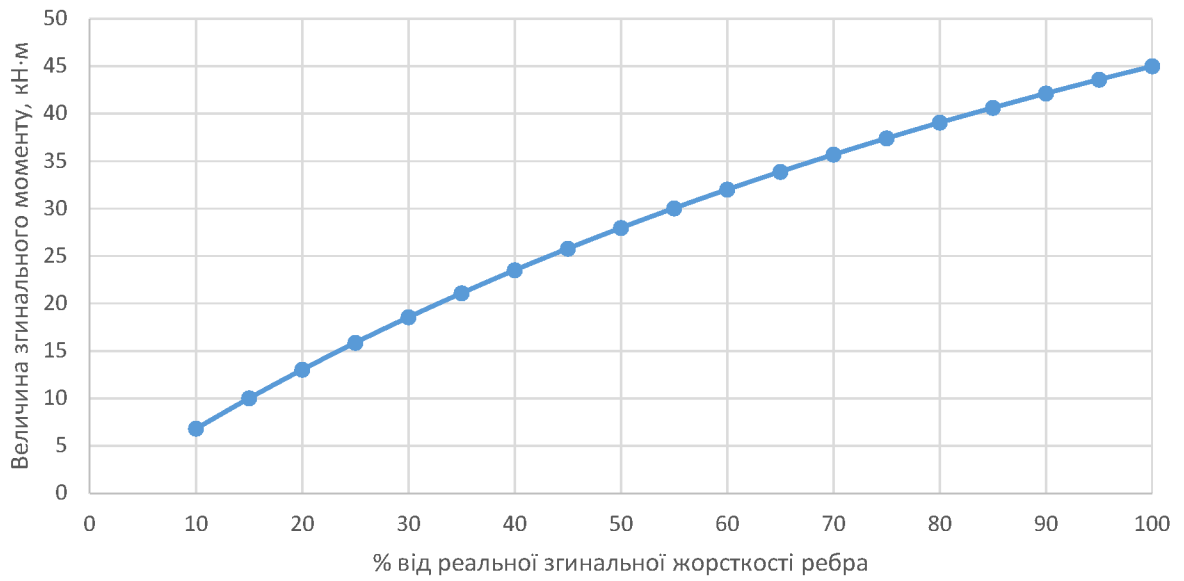




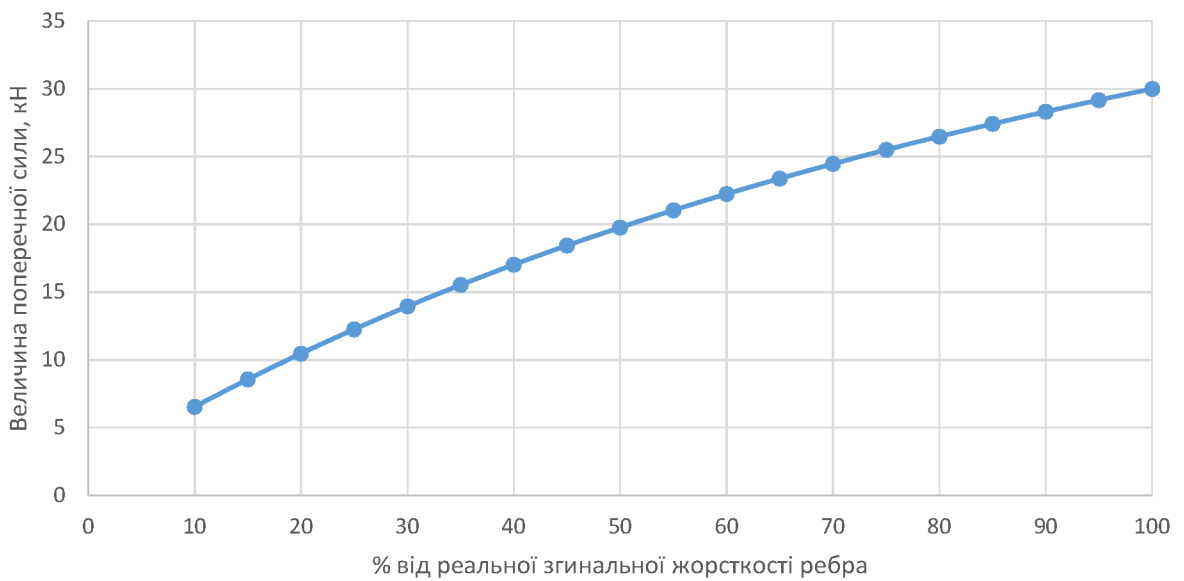
*Таблиця 5. Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в третьому ребрі.*

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.6	96.9	29.17	97.2
10897.2	90	42.14	93.6	28.31	94.4
10291.8	85	40.62	90.3	27.41	91.4
9686.4	80	39.06	86.8	26.48	88.3
9081	75	37.41	83.1	25.5	85
8475.6	70	35.69	79.3	24.46	81.5
7870.2	65	33.89	75.3	23.38	77.9
7264.8	60	32.01	71.1	22.24	74.1
6659.4	55	30.04	66.8	21.04	70.1
6054	50	27.97	62.2	19.77	65.9
5448.6	45	25.79	57.3	18.44	61.5
4843.2	40	23.51	52.2	17.03	56.8
4237.8	35	21.09	46.9	15.53	51.8
3632.4	30	18.55	41.2	13.95	46.5
3027	25	15.87	35.3	12.26	40.9
2421.6	20	13.02	28.9	10.47	34.9
1816.2	15	10.01	22.2	8.57	28.6
1210.8	10	6.81	15.1	6.55	21.8

Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)

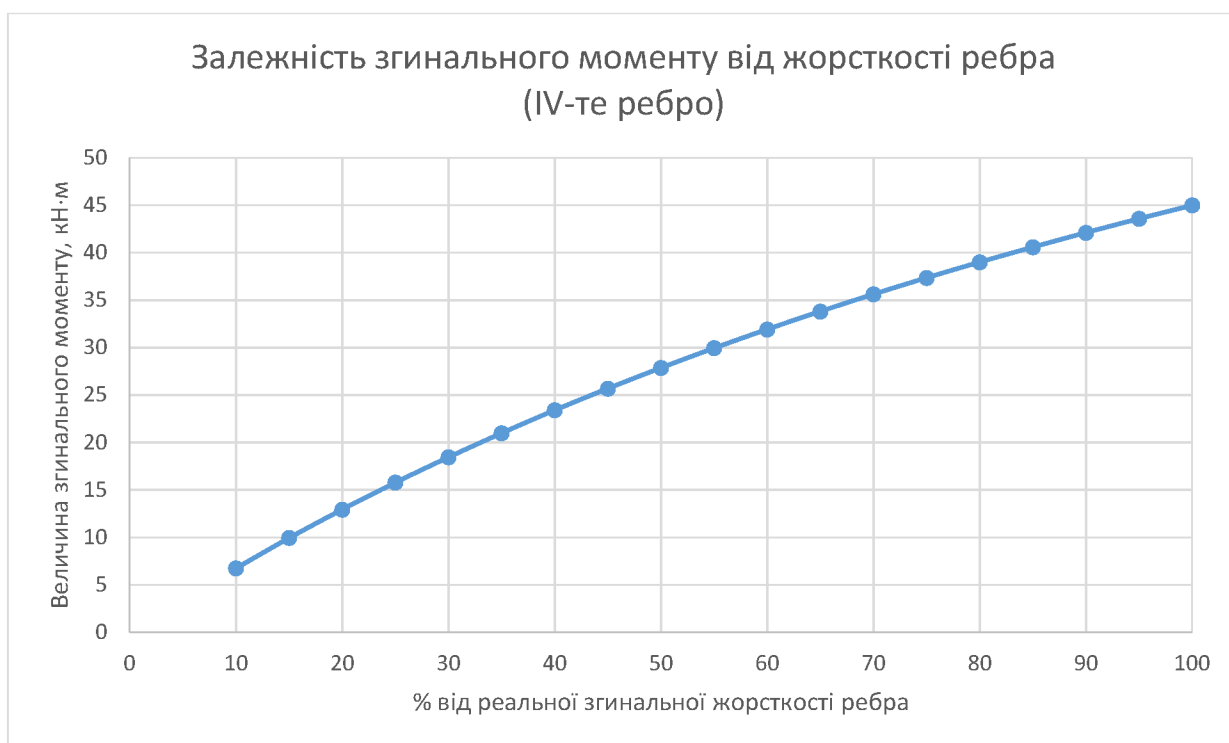


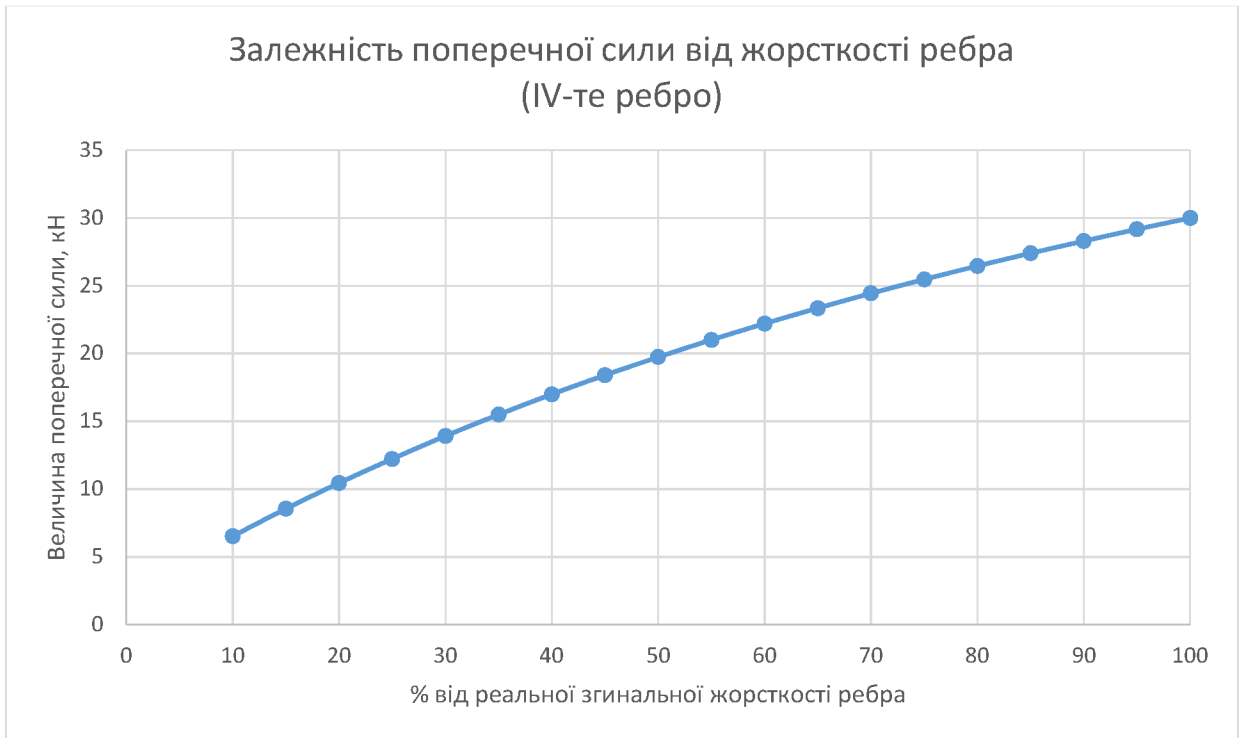
Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



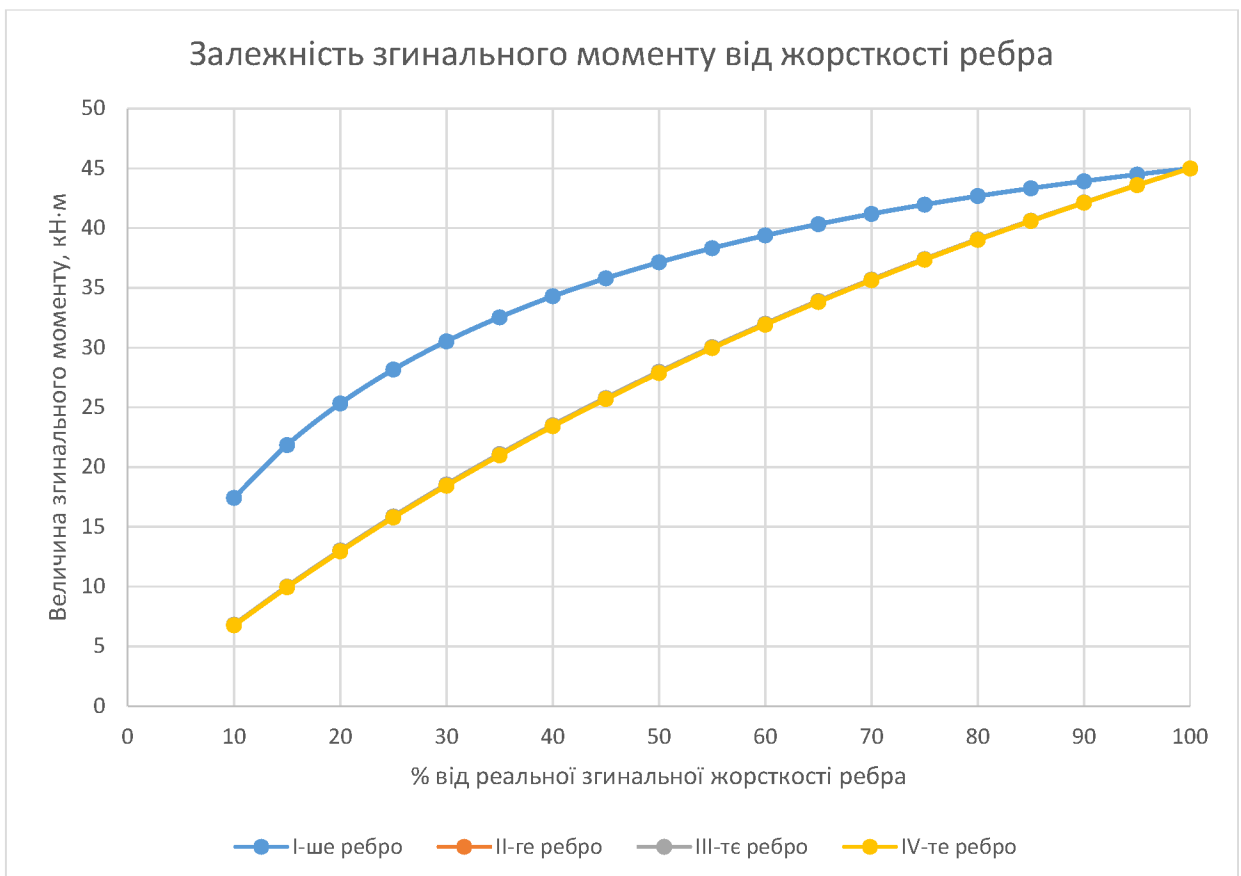
Таблиця 6. Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в четвертому ребрі

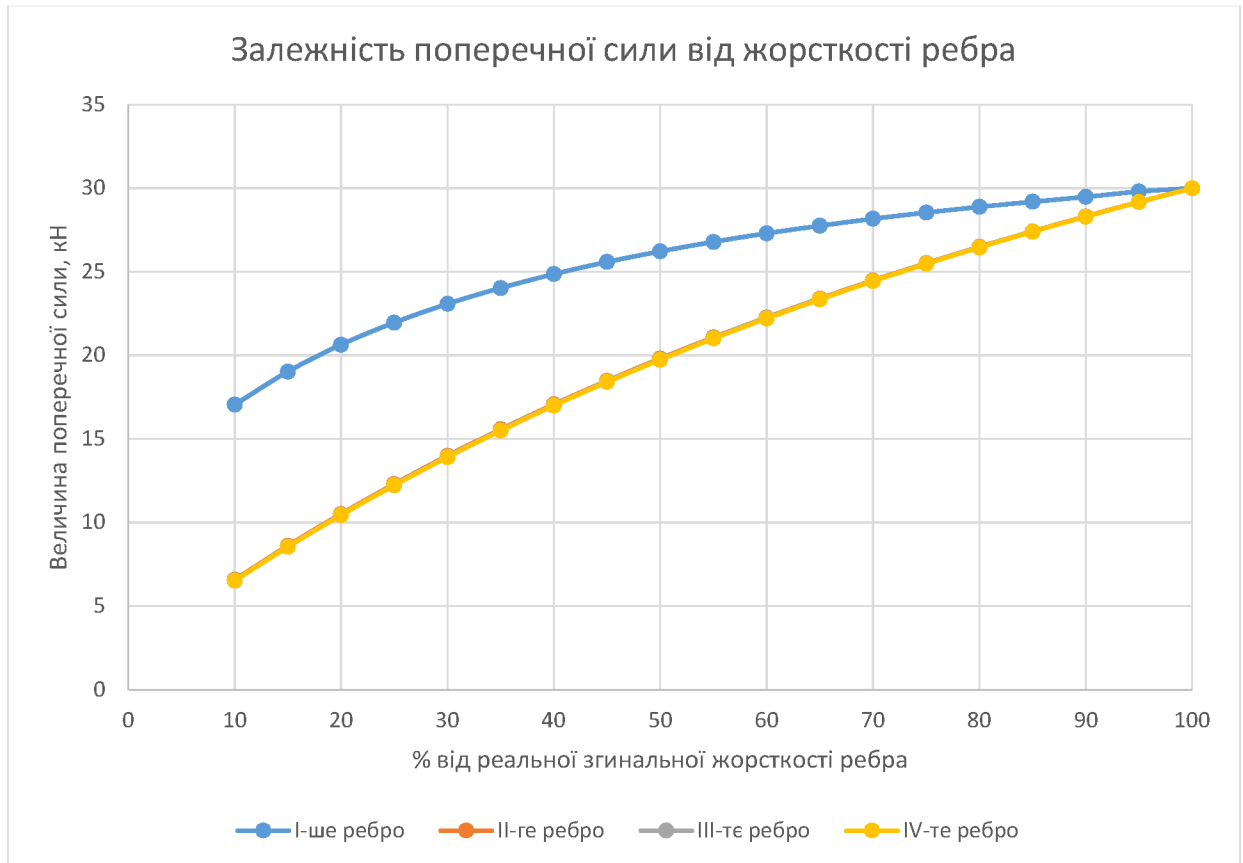
Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.59	96.9	29.17	97.2
10897.2	90	42.12	93.6	28.3	94.3
10291.8	85	40.59	90.2	27.4	91.3
9686.4	80	39.01	86.7	26.46	88.2
9081	75	37.36	83	25.47	84.9
8475.6	70	35.63	79.2	24.44	81.5
7870.2	65	33.82	75.2	23.35	77.8
7264.8	60	31.93	71	22.21	74
6659.4	55	29.95	66.6	21.01	70
6054	50	27.87	61.9	19.74	65.8
5448.6	45	25.69	57.1	18.41	61.4
4843.2	40	23.41	52	17	56.7
4237.8	35	20.99	46.6	15.5	51.7
3632.4	30	18.45	41	13.92	46.4
3027	25	15.78	35.1	12.23	40.8
2421.6	20	12.94	28.8	10.45	34.8
1816.2	15	9.94	22.1	8.55	28.5
1210.8	10	6.75	15	6.53	21.8





На основі отриманих результатів і графіків залежності виконаємо суміщення графіків залежності для різних плит. Суміщення виконаємо окремо, для згинальних моментів і поперечних сил.





## ВИСНОВКИ

На підставі проведених розрахунків і отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

- зусилля в ребрі ребристої плити перекриття при зміні його жорсткості змінюються відповідно цієї зміні, тобто при зменшенні жорсткості ребра, зусилля в ньому зменшуються;
- при зменшенні жорсткості першого (крайнього) ребра, зусилля в ньому зменшуються незначною мірою, тому в цьому випадку відмовитись від конструктивних заходів підсилення такої конструкції неможливо;
- при зменшенні жорсткості всіх ребер, окрім першого (крайнього), зусилля в них зменшуються майже пропорційно зменшенню їх жорсткості, тому при деяких зменшеннях навантаження на диск

перекриття, можливо відмовитись від конструктивних заходів підсилення такої конструкції.

## ЛІТЕРАТУРА

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://inter-flat.ua>
2. ВСН 58-88(р)/Госкомархитектуры Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и технического обслуживания жилых зданий, объектов коммунального хозяйства и социально-культурного назначения
3. Badulho A. 40% de l'activité de la profession auto desanness 1980 //Bâtiment, №11-12. 1980.
4. Онищук Г.І. Реконструкція житла в Україні: досвід, проблеми та шляхи їх вирішення / Г.І. Онищук / Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. Сб. – К.: Техніка, 2004. Вип. 59. – С.3-10
5. Азизов Т.Н. Теория пространственной работы перекрытий. – Киев: Науковий світ, 2001. – 276 с.
6. Азизов Т.Н. Пространственная работа железобетонных перекрытий. Теория и методы расчета: Дисс. ... докт. техн. наук: 05.23.01 / Полтавский национальный технический университет. – Полтава, 2006. – 406 с
7. Семченков А.С. Пространственно-деформирующиеся железобетонные диски перекрытий многоэтажных зданий. Экспериментальные исследования, практические методы расчета и проектирования: Дис....докт.техн.наук: 05.23.01. – М., 1991.- 703с.
8. Савченко А.С. Совместная работа плит и ригелей в составе диска перекрытия: Дис....канд.техн.наук: 05.23.01.- Сумы, 2003.- 137с.
9. Азизов Т.Н., Верещага А.И. Влияние сдвига монолитного шва и изгиба плит в поперечном направлении при расчете перекрытия с учетом совместной работы плит // Будівництво України – 1997 – № 3 – С. 43-44.

10. Карабанов Б.В. Практический способ расчета железобетонной балки коробчатого сечения // Бетон и железобетон. – 1992. № 3. – С. 13-17.
11. Дроздов П.Ф. Расчет сборных перекрытий, опирающихся на внутренние и наружные стены // Сборник трудов НИИСК. "Строительные конструкции", вып. XII. – Киев, 1969. С. 120-129.

Міністерство освіти і науки України  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ  
(м. Харків, Україна)  
УНІВЕРСИТЕТ МИКОЛАСА РОМЕРИСА  
(м. Вільнюс, Литва)  
РИЗЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(м. Рига, Латвія)  
УНІВЕРСИТЕТ ФІНАНСІВ І СТРАХУВАННЯ  
(м. Софія, Болгарія)  
КАЗАХСЬКИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНИЙ  
ІНСТИТУТ ІМЕНІ Л.Б. ГОНЧАРОВА  
(м. Алмати, Казахстан)  
МІНГЯЧЕВІРСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
(м. Мінгячевір, Азербайджан)



**МАТЕРІАЛИ**  
XVII Міжнародної науково-практичної конференції  
**«ПРОБЛЕМИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ**  
**ПІДПРИЄМНИЦТВА»**

*24 листопада 2023 р.*

Харків  
2023

*Харченко П.С.* ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДПРИЄМНИЦЬКОГО ПОТЕНЦІАЛУ

*Червякова В.В.* СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ УПРАВЛІННЯ КАПІТАЛОМ КОМПАНІЇ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ РЕАЛІЗАЦІЇ КОРПОРАТИВНОЇ СТРАТЕГІЇ В УМОВАХ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ

*Шершенюк О.М., Борщ П.О.* ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ІНВЕСТИЦІЙНИХ РЕСУРСІВ ПІДПРИЄМСТВА

*Юрченко О.В., Будаговський В.А.* ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕПЛОВИХ НАСОСІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

*Юрченко О.В., Дубінська Т.В.* ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДОДАТКОВОЇ ЗВУКО- ТА ШУМОІЗОЛЯЦІЇ В ПРИМІЩЕННЯХ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

*Юрченко О.В., Токар І.І., Цікало І.А.* ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ І РОЗРОБКА МЕТОДІВ УТИЛІЗАЦІЇ ТА ПЕРЕРОБКИ БУДІВЕЛЬНИХ ВІДХОДІВ

*Hüseynova Ruhyyə Adil qızı* AZƏRBAYCANDA LOGISTİKA VƏ NƏQLİYYAT TEXNOLOGİYALARI İLƏ BAĞLI PROBLEMLƏR VƏ ONLARIN HƏLLİ YOLLARI

*Məmmədova İlhamə Raqif qızı* SAHİBKARLIQ FƏALİYYƏTİNİN İQTİSADI ARTIMA TƏSİRLƏRİNİN ƏSASLARI

*Савченко О.С., Савченко Л.Г., Кочерженко В.А.* ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВРАХУВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ

### **Секція 3. СТАРТАП-ПРОЄКТИ ЯК АКТУАЛЬНИЙ НАПРЯМОК ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ**

*Дмитрієва О.І., Тімченко О.С.* РИНКОВИЙ ОГЛЯД ЯК ОСНОВНИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ СТАРТАП-ПРОЄКТУ

*Нагорний М.В., Деділова Т.В., Сарбаєв М.М.* ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЧЕРЕПИЦІ ПРИ БУДІВНИЦТВІ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

*Непран А.В.* ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ ФІНАНСОВОГО ПЛАНУ СТАРТАП-ПРОЄКТУ ПРОМИСЛОВОГО ВИРОБУ

*Прокопенко М.В.* ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДІВ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ (БАЙЄСОВСЬКИХ МЕРЕЖ VNS) ДЛЯ ОЦІНКИ РИЗИКІВ СТАРТАП - ПРОЄКТІВ

*Рахімов М.Н., Карімова Н.Е.* СТАРТАП-ПРОЄКТИ ЯК АКТУАЛЬНИЙ НАПРЯМОК ПІДПРИЄМНИЦЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ В АЗЕРБАЙДЖАНІ

*Редько А.С., Деділова Т.В., Мартиненко Д.В.* ЕКОНОМІЧНІ І ТЕХНІЧНІ ІННОВАЦІЇ: ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ В КОНСТРУКЦІЯХ ЖИТЛОВОГО БАГАТОПОВЕРХОВОГО БУДИНКУ

*Юрченко О.В., Деділова Т.В., Овчаренко Р.В.* ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ

məqsədlə zəruri siyasətin müəyyənləşdirilməsi üçün sahibkarlıq hərəkətverici qüvvələrinin müəyyən edilməsində həlledici əhəmiyyətə malikdir.

Müasir qloballaşan dünyada sahibkarlıq iqtisadi artım və inkişafa əhəmiyyətli təsir göstərən əsas amillərdən biri olmuşdur. Deməli, sahibkarlığı müəyyən edən amillərin müəyyən edilməsi inkişaf etmiş və inkişaf etməkdə olan ölkələrdə iqtisadi artım və inkişaf səviyyəsinin yüksəldilməsinə yönəlmiş müvafiq siyasətin işlənilməsi üçün mühüm məsələdir.

Müasir iqtisadi ədəbiyyata baxılarkən ayrı-ayrı şəxslərin demografik və iqtisadi xüsusiyyətləri sahibkar olmağın potensial determinantı kimi istifadə olunur.

Sahibkarlığın iqtisadi səmərəliliyinə sahibkarlığın inkişafının bütün şərtləri və amilləri sistemi ilə üzvi vəhdətdə baxılmalıdır. Bu, eyni zamanda həm yüksək keyfiyyətli əmək və daha məhsuldar maddi komponentlərdən istifadənin, həm də onların daha səmərəli kombinasiyasının nəticələrinin ifadəsidir. Bu zaman əldə edilmiş əlavə iqtisadi səmərəni idarəetmə amillərinin müsbət təsirinin nəticəsi kimi qiymətləndirmək olar. Effektivliyin müəyyən edilməsinə dövlətin yanaşması təkcə sahibkarlıq fəaliyyətinin həyata keçirilməsi zamanı xərclərin səviyyəsini deyil, həm də işləyənlərin sosial tələbatlarının ödənilməsi ilə bağlı əlavə xərcləri də nəzərə alır.

Sahibkarlıq fəaliyyətinin kəmiyyətə qiymətləndirilməsi prinsipinin bir neçə optimallıq meyarları mövcuddur. Optimallıq - sistemin vəziyyətidir, hansı ki, hər hansı parametrlərin qiymətlərinin maksimuma və ya minimuma çatmasını təmin edir. Nəticələrin optimallığı meyarlar əsasında müəyyən edilir. Qeyd edək ki, söhbət meyarlardan istifadənin zəruriliyindən deyil, onların yolverilməzliyindən gedir. Vahid və ya ümumiləşdirilmiş qiymətləndirmələri tətbiq etmək mümkün olmadıqda meyarların məcmusu istifadə olunur.

#### Ədəbiyyat:

1. Cəbiyev F., Qasımov İ. İnnovasiya sahibkarlığı və Texnoparklar. Bakı-2017, səh 30-82.
2. İbrahimov E.R., İbrahimov İ.H. "Sahibkarlıq fəaliyyətinin iqtisadi, hüquqi mexanizmi". Bakı. 2010.
3. Manafov Q.N. "Sahibkarlığın nəzəri və praktiki məsələləri", Bakı-1997.

### **ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВРАХУВАННЯ СУМІСНОЇ РОБОТИ ЗБІРНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ РЕБРИСТИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ БУДІВЕЛЬ**

*Савченко О.С., к.т.н., доцент  
Савченко Л.Г., старший викладач  
Кочерженко В.А. магістрант*

*Сумський національний аграрний університет*

Посилення конструктивних елементів промислових будівель і споруд включає комплекс заходів, що забезпечують їх подальшу і надійну експлуатацію і здатність задовольняти експлуатаційним вимогам.

Найбільш часто посилюють залізобетонні фундаменти, колони, балки, ригелі і плити перекриттів і покриттів. Залізобетонні підкранові балки і залізобетонні ферми, що знаходяться в аварійному стані, зазвичай не посилюють, а замінюють іншими (частіше металевими).

Рішення щодо посилення конструкцій або їх заміні повинні бути обгрунтовані проектом.

Підсилення залізобетонних конструкцій здійснюється найчастіше шляхом влаштування обойм, сорочок, одностороннього і двостороннього нарощування. Ці методи підсилення дозволяють значно збільшити несучу здатність залізобетонних конструкцій при порівняно невеликій витраті металу і забезпечити стійкість до впливу агресивних середовищ. Обойми, сорочки і нарощування складаються з арматури і тонкого шару бетону товщиною від 30 до 300 мм

Конструкції і їх елементи можуть підсилюватись одним із таких способів:

- - після демонтажу конструкцій або їх окремих елементів;
- - без демонтажу конструкції, після розвантаження їх від всіх тимчасових і постійних навантажень (за винятком навантаження від власної ваги конструкції);
- - без демонтажу конструкції в напруженому стані.

Без демонтажу конструкції в напруженому стані підсилення може здійснюватися при дії на конструкцію тільки постійних; постійних і тимчасових тривалих; постійних, тимчасових тривалих і частини тимчасових короткочасних навантажень. Часткове розвантаження конструкції від постійних і тимчасових навантажень досягається в момент підсилення за допомогою домкратів, монтажних вантажів, натяжних пристроїв та інших пристосувань, які дозволяють отримати необхідну зниження зусилля в конструкції.

Підвищення несучої здатності конструкцій і надання їм надійної експлуатації може бути досягнуто наступними методами:

- - зміна умов експлуатації конструкцій;
- - зміна конструктивної схеми споруди в цілому або окремих його частин;
- - регулювання зусиль у конструкціях;
- - підсилення окремих елементів конструкцій і вузлових з'єднань.


Метод регулювання зусиль в конструкціях оснований на оптимізації умов роботи конструкцій шляхом штучного перерозподілу зусиль в них для зниження напружень в окремих елементах або перерізах. Він може здійснюватися наступними способами:

- - підйому або опускання опор в нерозрізних балкових або рамних конструкціях;
- - збільшенням жорсткості окремих елементів системи;
- - збільшенням ступеня зв'язності окремих конструкцій системи і забезпеченням їх спільної (просторової) роботи;

– - вибором початкової величини експлуатаційних навантажень, місць їх застосування, інтенсивності та послідовності завантаження монтажними навантаженнями, при яких проводиться підсилення, а також послідовністю введення додаткових опор і елементів підсилення конструкцій під навантаженням.

В нашому випадку розглядається варіант реконструкції покриття промислової будівлі, при якому зменшення несучої здатності проходить не у всіх елементах покриття, а в окремих ребрах ребристих залізобетонних плит. Для такого випадку, якщо застосовувати методику сумісної роботи плит в диску перекриття, розроблену Азізовим Талятом Нурединовичем, застосовується як раз метод збільшення жорсткості окремих елементів системи. С тією різницею, що в такому випадку ми не збільшуємо жорсткість окремих елементів диску перекриття, а за рахунок того, що жорсткість плит перекриття, які не були уражені корозією або механічним ураженням залишається не змінною, вони сприймають на себе більші навантаження, ніж ті, що були уражені.

В роботах, спрямованих на дослідження просторової роботи дисків перекриття із збірних залізобетонних плит в основному розглядалися варіанти нерівномірного їх навантаження. В нашому випадку ми будемо розглядати варіант різної жорсткості елементів, що входять до складу збірного диску перекриття. Дослідженню Дослідження чисельного впливу зміни жорсткості на зусилля, що виникають в цій плиті, є кінцевою метою дослідницької роботи.



# Врахування сумісної роботи ребристих плит перекриття при реконструкції будівель

Виконав: Кочерженко Владислав Анатолійович

Керівник: к.т.н. Савченко Олександр Сергійович

**Мета роботи** – визначити можливість відмови від підсилення або заміни пошкоджених або таких, що частково втратили несучу здатність, несучих конструкцій перекриття або покриття в процесі реконструкції або реставрації будівель та споруд.

**Задачі дослідження.**

Встановлення межі втрати несучої здатності елементів перекриття, при якій можливо відмовитися від підсилення або заміни конструкцій

**Об'єкт дослідження** – елементи збірних залізобетонних перекриттів

**Предмет дослідження** – напружено-деформований стан пошкоджених елементів збірного залізобетонного перекриття

**Методи дослідження** – метод скінчених елементів (програмний комплекс «Лира-САПР»).

**Наукову новизну** складає:

Визначена межа втрати несучої здатності елементів перекриття, при якій можливо відмовитись від підсилення або заміни конструкцій.

**Практична значимість** магістерської роботи полягає в тому, що отримані результати дослідження дозволяють відмовитись від підсилення або заміни пошкоджених елементів перекриття або покриття

**Апробація роботи.**

Основні результати роботи доповідалися на студентській конференції Сумського національного аграрного університету

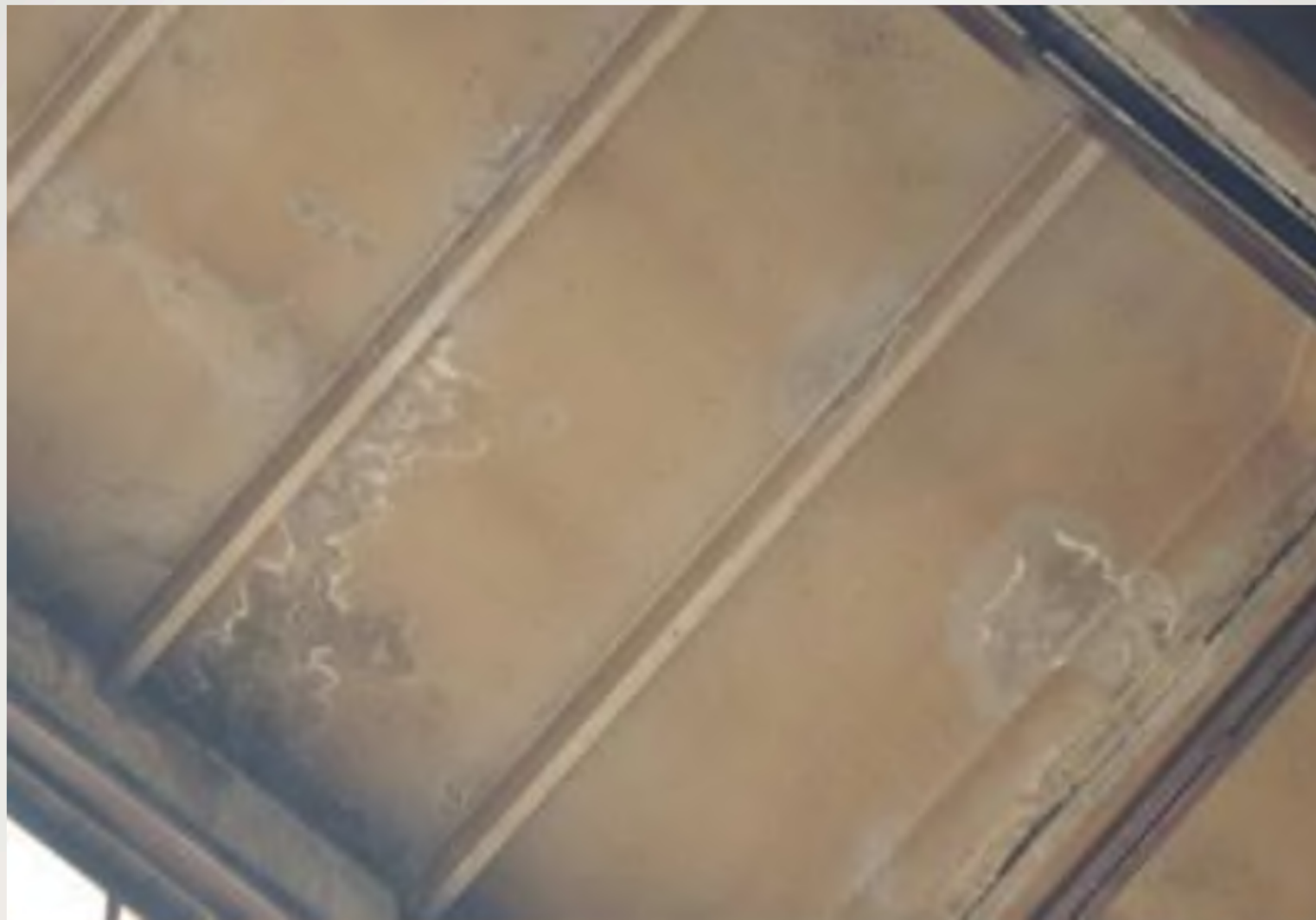
## Оголення арматури плити і балки



## Руйнування приопорної ділянки ребристої плити



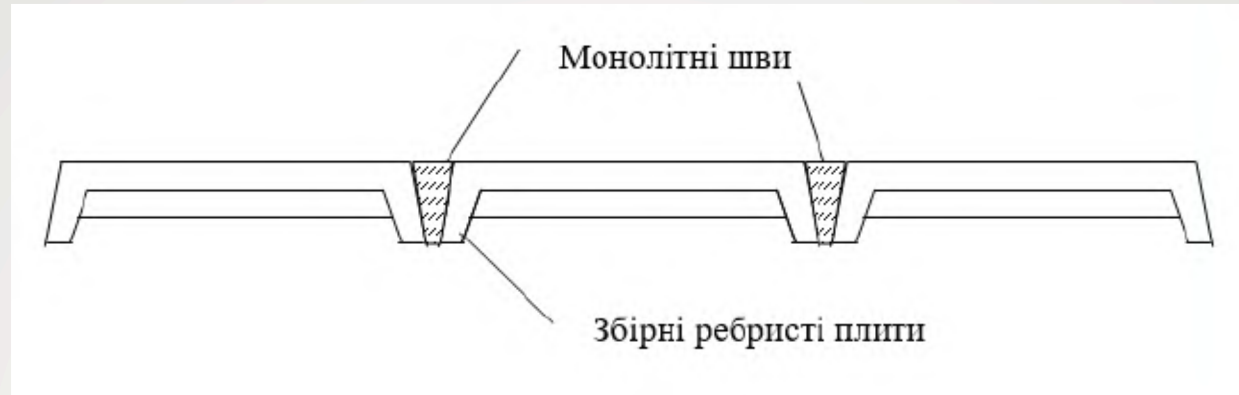
## Замочування ребристої плити покриття



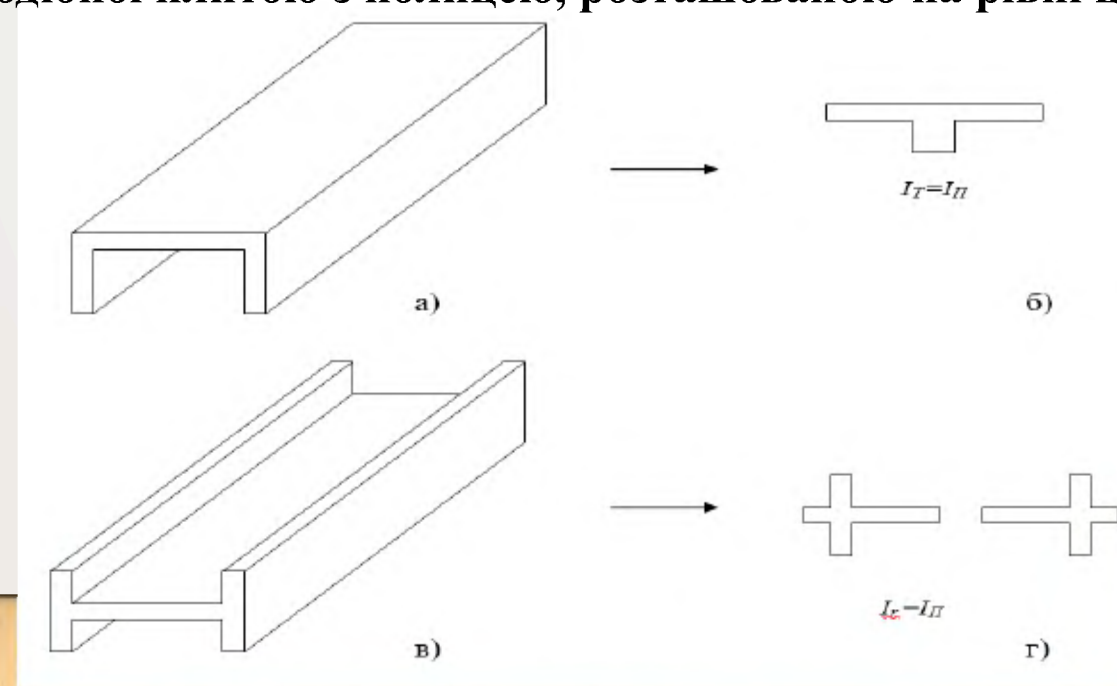
**Механічне руйнування поздовжніх ребер плит покриття. Вертикальні тріщини в поздовжніх ребрах переходні на полицю плит шириною розкриття 1,0 ... 3,0 мм**



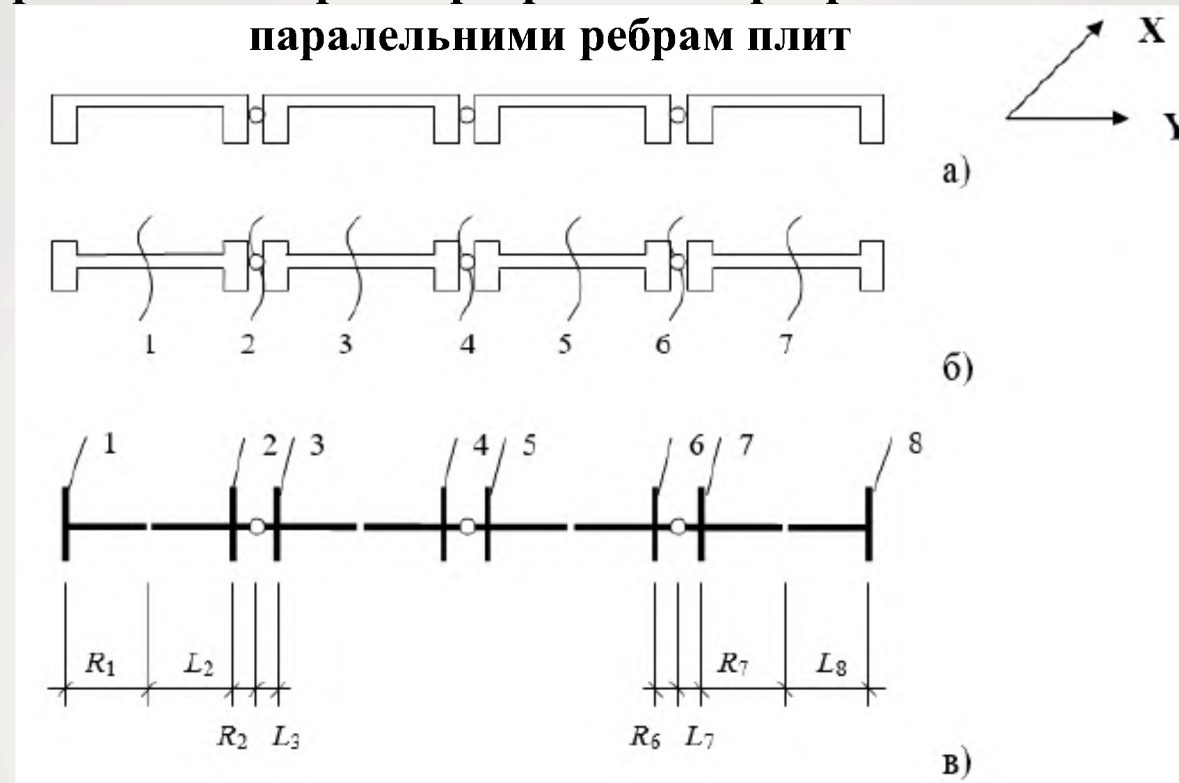
## Схема поперечного перерізу збірного ребристого перекриття



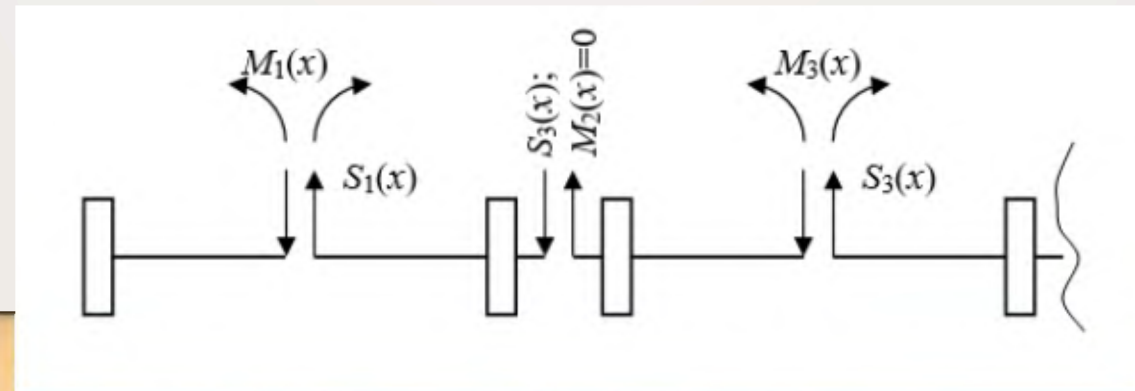
## Схема можливості заміни П-подібної плити з полицею в стислій зоні хрестоподібної плитою з полицею, розташованою на рівні центра ваги ребра



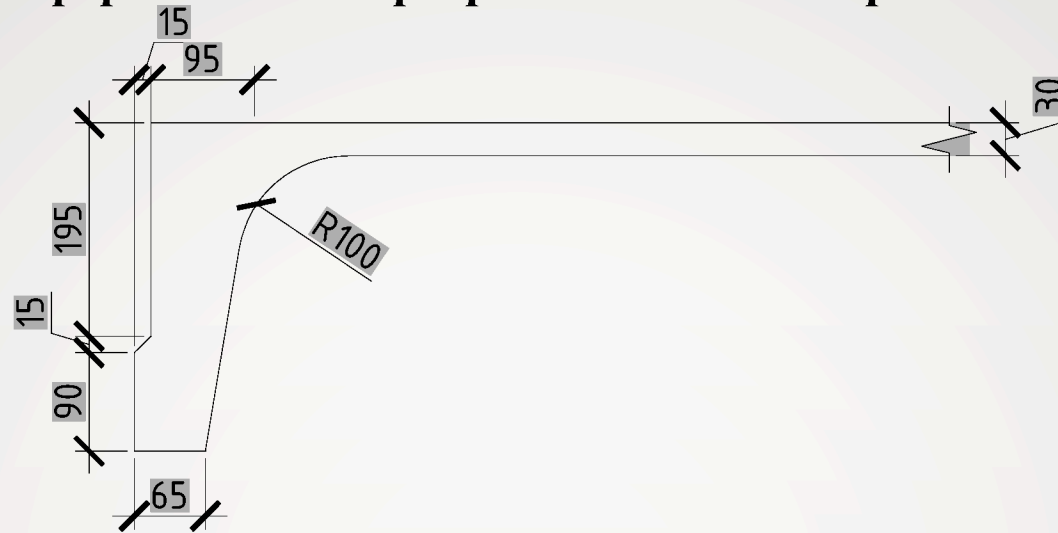
**Схема розсічення збірного ребристого перекриття площинами,  
паралельними ребрам плит**



**Схема дії зусиль в збірному перекритті з ребристих плит**



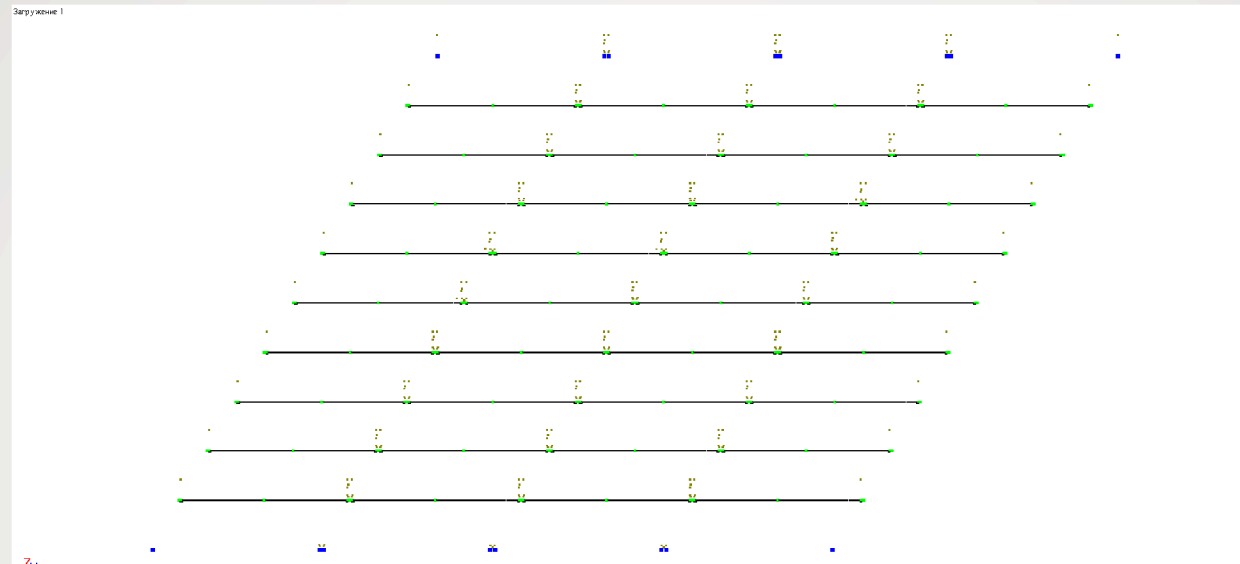
## Переріз половини ребристої плити по серії 1.465.1-7/84.



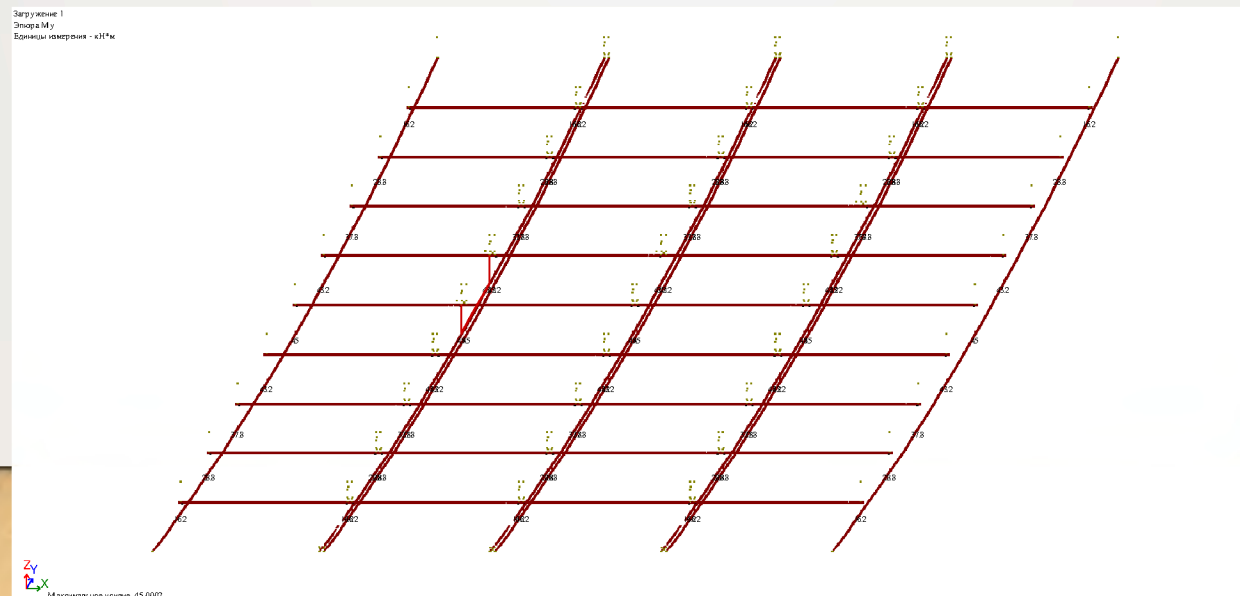
## Геометричні перерізи половини ребристої плити перекриття.

Геометричні характеристики	Ширина плити
	1,5 м
Площа перерізу, $A$ , $\text{см}^2$	443,8
Момент інерції відносно осі $Y$ , $I_y$ , $\text{см}^4$	35095,8
Момент інерції відносно осі $Z$ , $J_z$ , $\text{см}^4$	215892,1
Момент інерції перерізу на кручення, $J_{\text{тор}}$ , $\text{см}^4$	52309,7

# Розрахункова схема диску перекриття розміром 6×6 м, що складається з чотирьох ребристих плит, обпертих по торцях 1



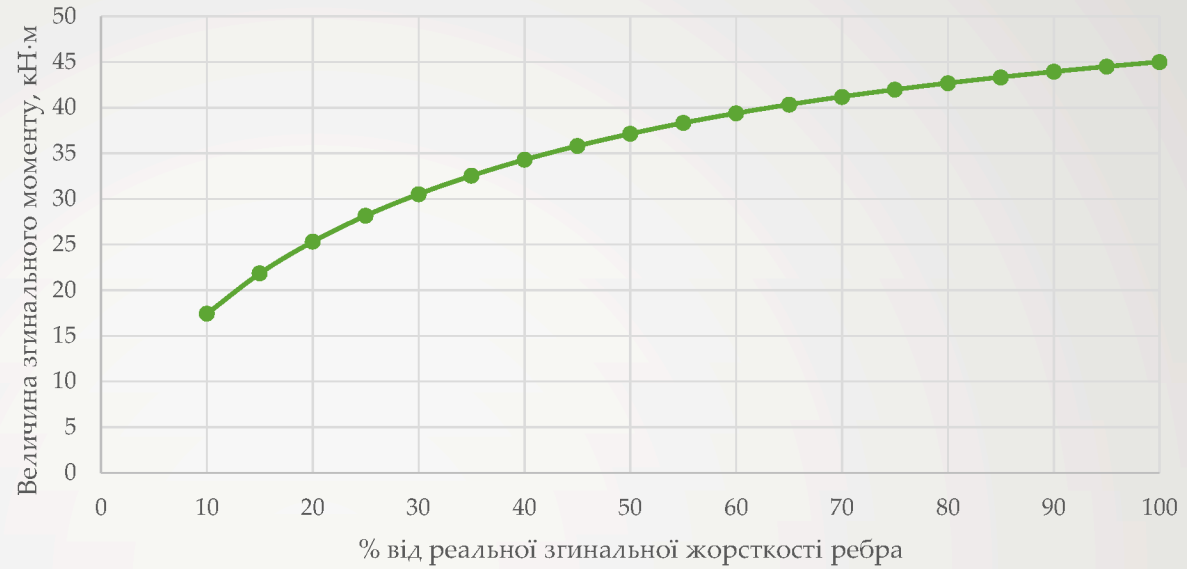
## Епюра згинальних моментів в диску перекриття з п'яти плит, завантаженого рівномірно розподіленим навантаженням



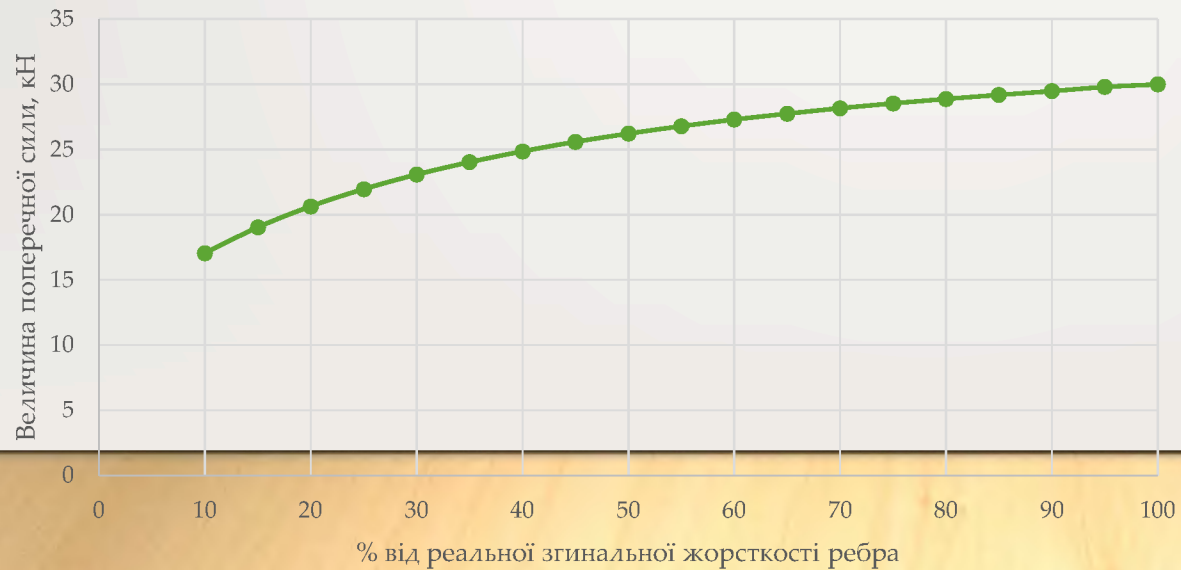
## Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в першому ребрі

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	44.49	98.9	29.8	99.3
10897.2	90	43.93	97.6	29.48	98.3
10291.8	85	43.33	96.3	29.19	97.3
9686.4	80	42.68	94.8	28.88	96.3
9081	75	41.97	93.3	28.54	95.1
8475.6	70	41.19	91.5	28.17	93.9
7870.2	65	40.33	89.6	27.75	92.5
7264.8	60	39.38	87.5	27.3	91
6659.4	55	38.32	85.2	26.79	89.3
6054	50	37.13	82.5	26.22	87.4
5448.6	45	35.8	79.6	25.59	85.3
4843.2	40	34.29	76.2	24.86	82.9
4237.8	35	32.54	72.3	24.03	80.1
3632.4	30	30.53	67.8	23.08	76.9
3027	25	28.16	62.6	21.96	73.2
2421.6	20	25.32	56.3	20.64	68.8
1816.2	15	21.85	48.6	19.03	63.4
1210.8	10	17.43	38.7	17.05	56.8

Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



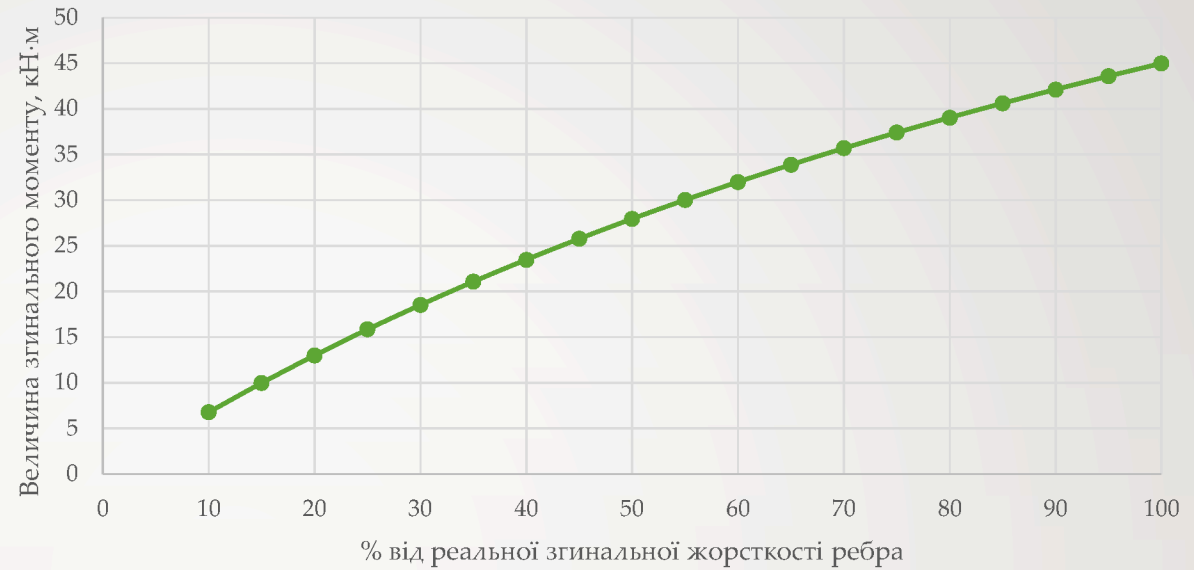
Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



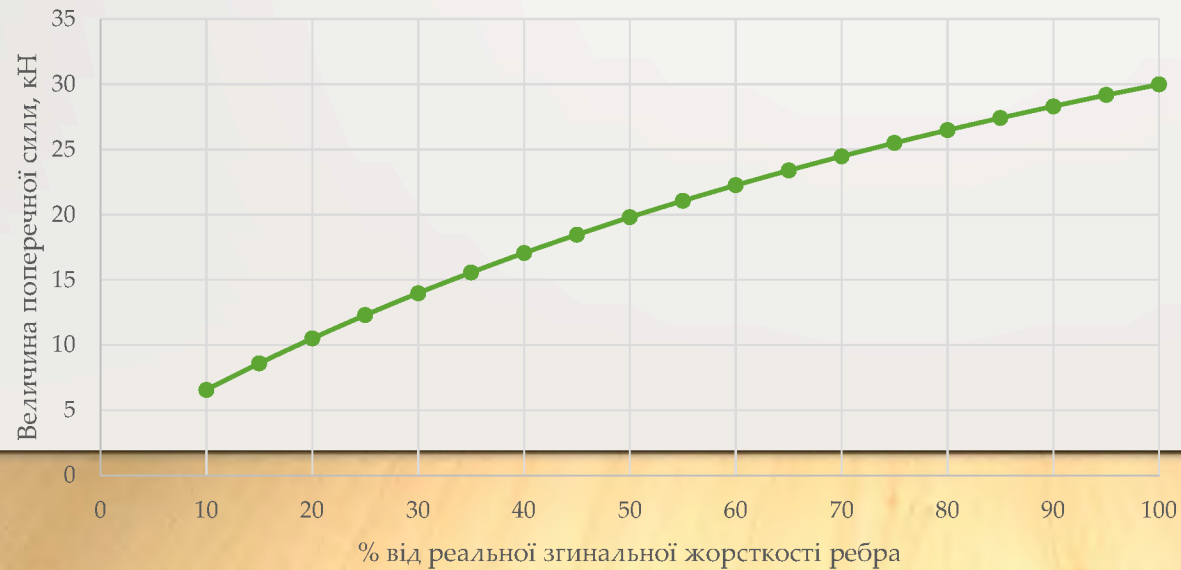
## Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в другому ребрі

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.6	96.9	29.18	97.3
10897.2	90	42.14	93.6	28.32	94.4
10291.8	85	40.63	90.3	27.42	91.4
9686.4	80	39.06	86.8	26.49	88.3
9081	75	37.42	83.2	25.51	85
8475.6	70	35.7	79.3	24.48	81.6
7870.2	65	33.9	75.3	23.4	78
7264.8	60	32.01	71.1	22.26	74.2
6659.4	55	30.04	66.8	21.07	70.2
6054	50	27.97	62.2	19.81	66
5448.6	45	25.79	57.3	18.47	61.6
4843.2	40	23.5	52.2	17.07	56.9
4237.8	35	21.09	46.9	15.57	51.9
3632.4	30	18.54	41.2	13.99	46.6
3027	25	15.86	35.2	12.3	41
2421.6	20	13.01	28.9	10.51	35
1816.2	15	9.99	22.2	8.61	28.7
1210.8	10	6.79	15.1	6.58	21.9

Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(II-ге ребро)



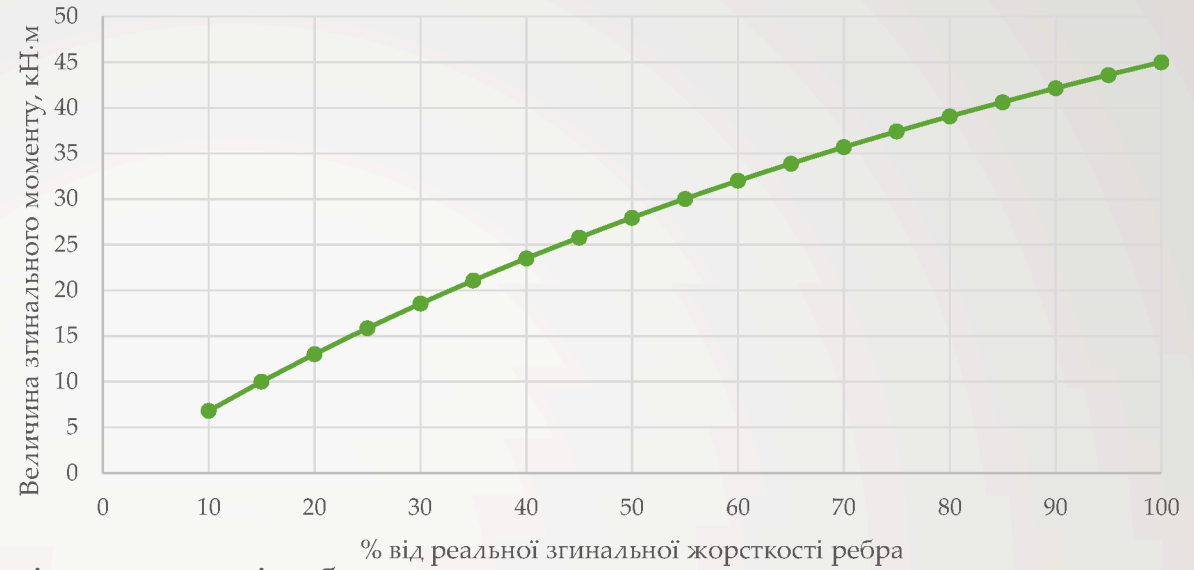
Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(II-ге ребро)



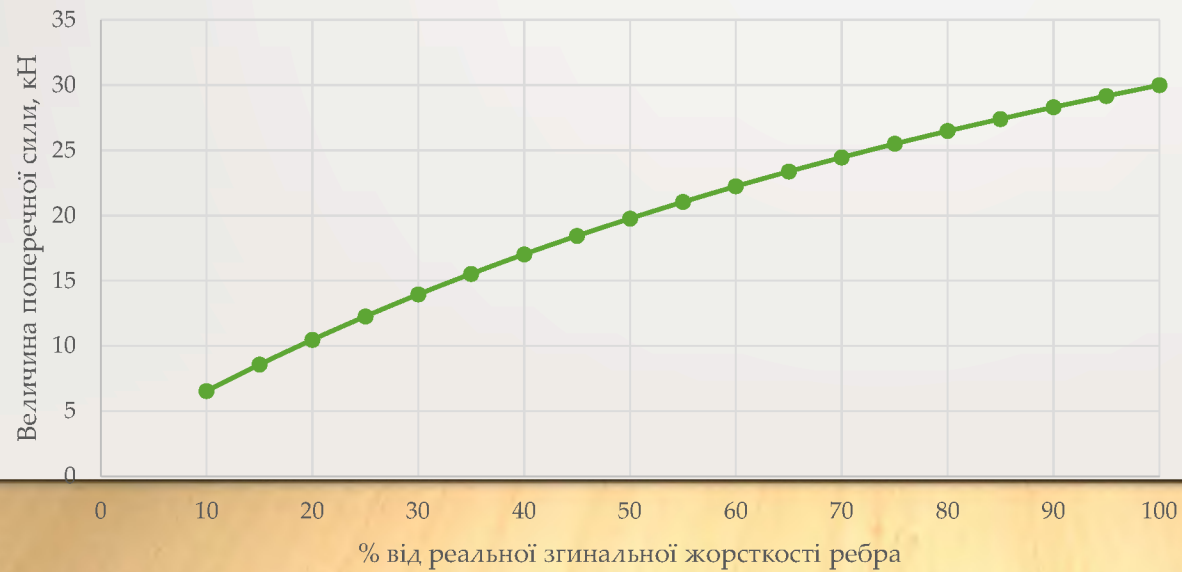
## Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в третьому ребрі

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.6	96.9	29.17	97.2
10897.2	90	42.14	93.6	28.31	94.4
10291.8	85	40.62	90.3	27.41	91.4
9686.4	80	39.06	86.8	26.48	88.3
9081	75	37.41	83.1	25.5	85
8475.6	70	35.69	79.3	24.46	81.5
7870.2	65	33.89	75.3	23.38	77.9
7264.8	60	32.01	71.1	22.24	74.1
6659.4	55	30.04	66.8	21.04	70.1
6054	50	27.97	62.2	19.77	65.9
5448.6	45	25.79	57.3	18.44	61.5
4843.2	40	23.51	52.2	17.03	56.8
4237.8	35	21.09	46.9	15.53	51.8
3632.4	30	18.55	41.2	13.95	46.5
3027	25	15.87	35.3	12.26	40.9
2421.6	20	13.02	28.9	10.47	34.9
1816.2	15	10.01	22.2	8.57	28.6
1210.8	10	6.81	15.1	6.55	21.8

Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



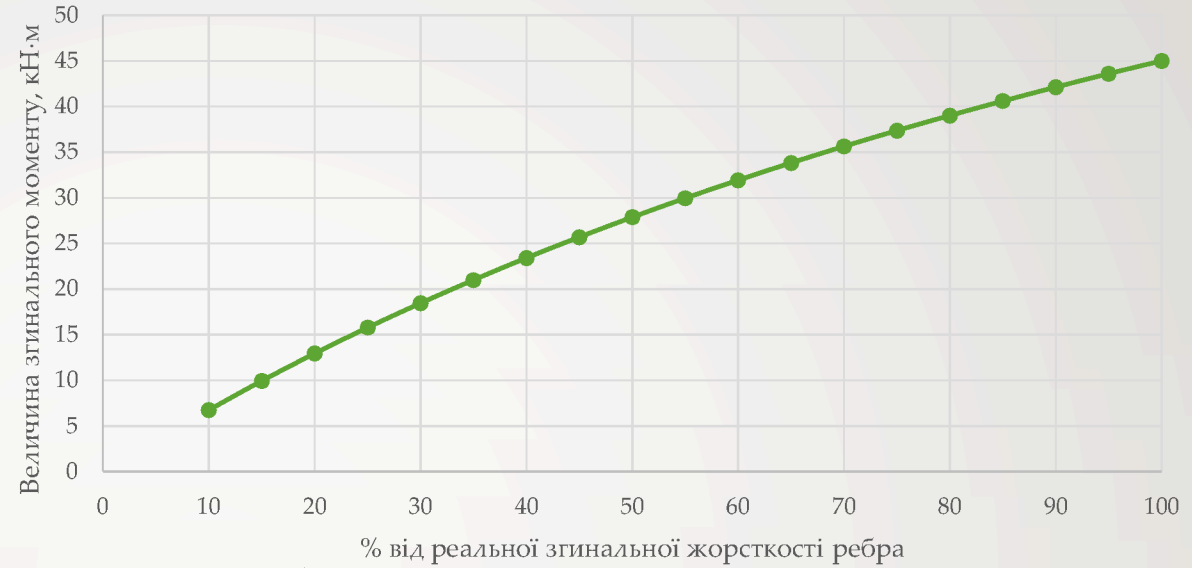
Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(I-ше ребро)



## Результати розрахунку при зменшенні згинальної жорсткості в четвертому ребрі

Згинальна жорсткість ребра, $EI$ кН·см <sup>2</sup>	Відсоток від повної згинальної жорсткості ребра, %	Згинальний момент в ребрі, що зазнає руйнування, $M$ кН·м	Відсоток від згинального моменту в не зруйнованому ребрі	Поперечна сила в ребрі, що зазнає руйнування, $Q$ кН	Відсоток від поперечної сили в не зруйнованому ребрі
12108	100	45	100	30	100
11502.6	95	43.59	96.9	29.17	97.2
10897.2	90	42.12	93.6	28.3	94.3
10291.8	85	40.59	90.2	27.4	91.3
9686.4	80	39.01	86.7	26.46	88.2
9081	75	37.36	83	25.47	84.9
8475.6	70	35.63	79.2	24.44	81.5
7870.2	65	33.82	75.2	23.35	77.8
7264.8	60	31.93	71	22.21	74
6659.4	55	29.95	66.6	21.01	70
6054	50	27.87	61.9	19.74	65.8
5448.6	45	25.69	57.1	18.41	61.4
4843.2	40	23.41	52	17	56.7
4237.8	35	20.99	46.6	15.5	51.7
3632.4	30	18.45	41	13.92	46.4
3027	25	15.78	35.1	12.23	40.8
2421.6	20	12.94	28.8	10.45	34.8
1816.2	15	9.94	22.1	8.55	28.5
1210.8	10	6.75	15	6.53	21.8

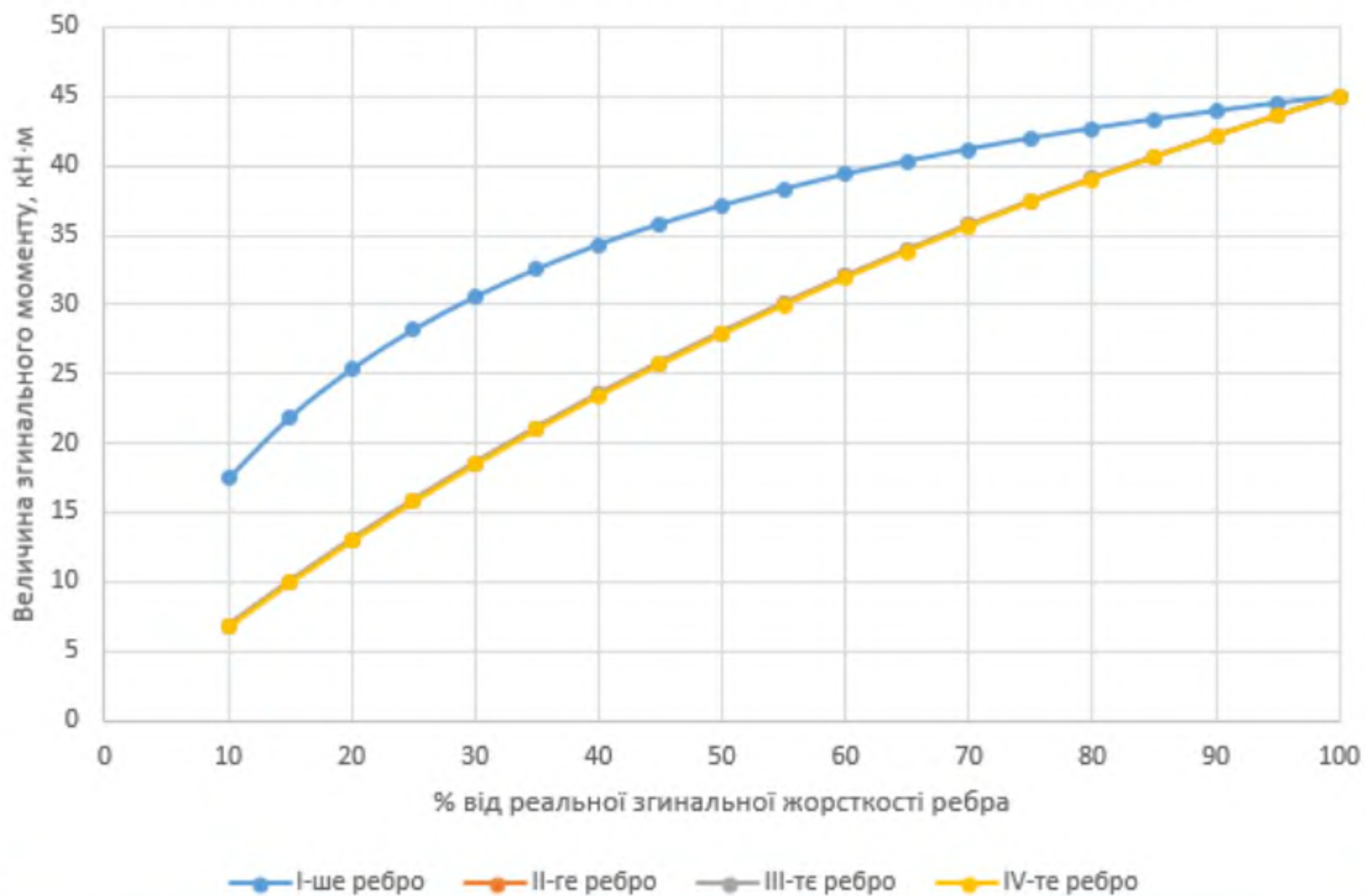
Залежність згинального моменту від жорсткості ребра  
(IV-те ребро)



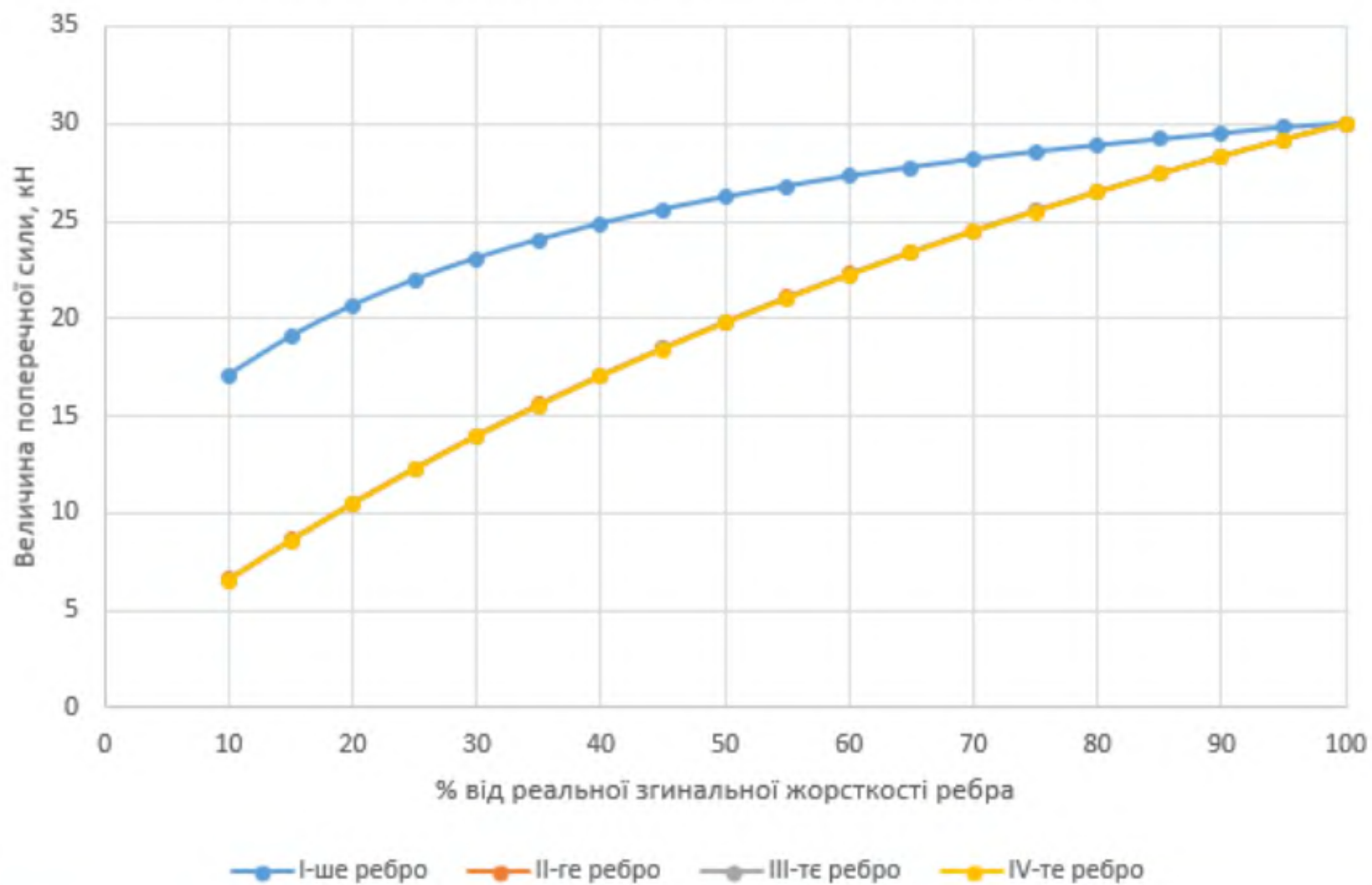
Залежність поперечної сили від жорсткості ребра  
(IV-те ребро)



## Залежність згинального моменту від жорсткості ребра



## Залежність поперечної сили від жорсткості ребра



## ВИСНОВКИ

На підставі проведених розрахунків і отриманих результатів можна зробити наступні висновки:

- зусилля в ребрі ребристої плити перекриття при зміні його жорсткості змінюються відповідно цієї зміні, тобто при зменшенні жорсткості ребра, зусилля в ньому зменшуються;
- при зменшенні жорсткості першого (крайнього) ребра, зусилля в ньому зменшуються незначною мірою, тому в цьому випадку відмовитись від конструктивних заходів підсилення такої конструкції неможливо;

при зменшенні жорсткості всіх ребер, окрім першого (крайнього), зусилля в них зменшуються майже пропорційно зменшенню їх жорсткості, тому при деяких зменшеннях навантаження на диск перекриття, можливо відмовитись від конструктивних заходів підсилення такої конструкції

**ДЯКУЮ ЗА УВАГУ**  
**ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО**