

Сталезалізобетонні перекриття для житлових будівель 1

Магістрант: Вальков Олег Олександрович

Керівник: к.т.н., доц. каф. БМГА, Попов Володимир Олексійович

Метою магістерської дисертаційної роботи є розробка та теоретичне дослідження раціональних конструктивних рішень сталобетонних перекриттів для житлових будівель та оптимізація їх параметрів.

Для досягнення мети необхідним є розв'язок наступних **задач**:

- теоретичне вивчення впливу кроку сталевих балок та способів їх анкерування на несучу спроможність сталобетонного перекриття для житлових будівель,
- пошук оптимального конструктивного рішення, виходячи з критерію мінімальних витрат матеріалів;
- представлення рекомендацій для використання запропонованих конструктивних рішень та розрахункових методик для інженерних цілей;
- оцінка ефективності запропонованої конструктивної схеми під дією розрахункових навантажень у порівнянні з існуючими стандартними рішеннями

Об'єкт дослідження - сталезалізобетонні перекриття житлових будівель.

Предмет дослідження - напружено-деформований стан сталезалізобетонних перекриттів з урахуванням спільної роботи сталевих балок та залізобетонної плити від розрахункових комбінацій навантажень.

Наукова новизна та практичне значення одержаних результатів.

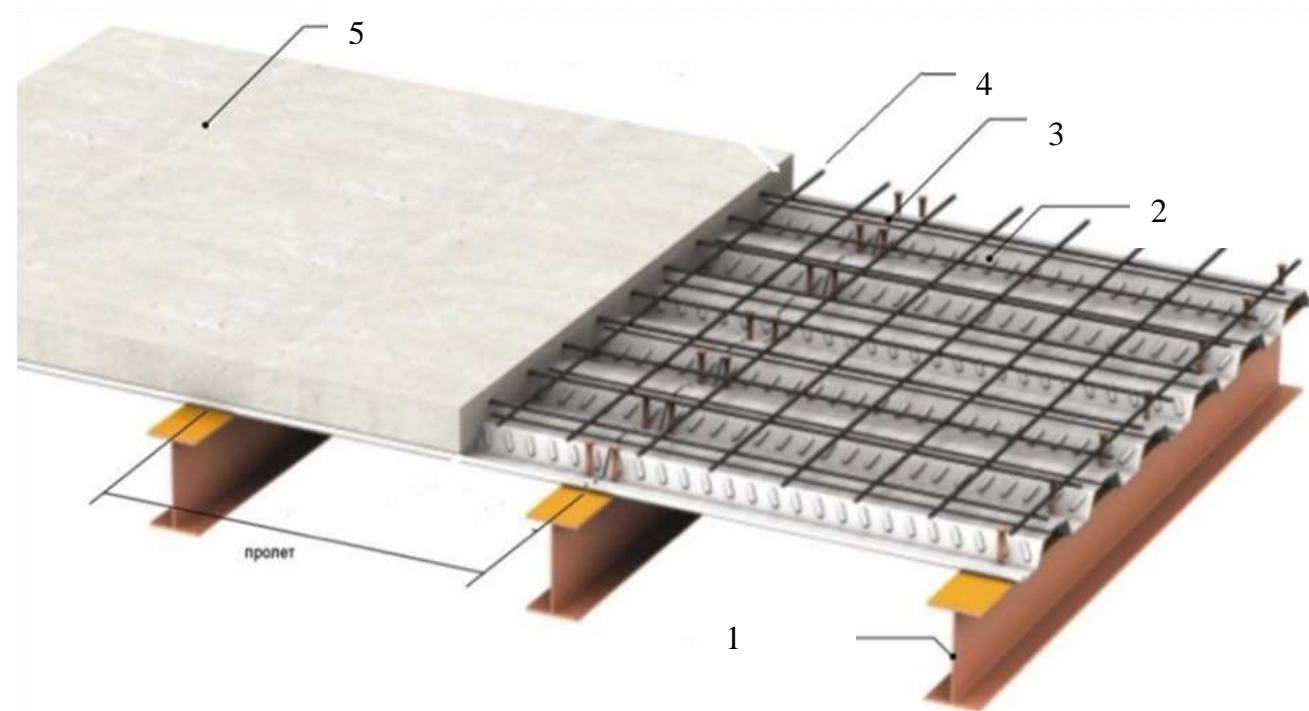
Наукова новизна

1. Вперше засобами скінчено-елементного моделювання визначені оптимальні конструктивні параметри сталезалізобетонного перекриття для житлових будівель виходячи з критерію мінімальних витрат матеріалів. Розглянуто два стани – монтажний, коли у перекриття працюють тільки металеві балки і робочий – сталебетонна конструкція вцілому.
2. Запропоноване раціональне конструктивне рішення анкерування сталевих балки у тілі залізобетонної плити, яке дозволяє найбільш повно використати міцнісні властивості сталевих елементу.
3. Запропонована методика аналізу напружено-деформованого стану та конструювання сталезалізобетонного перекриття для житлових будівель.

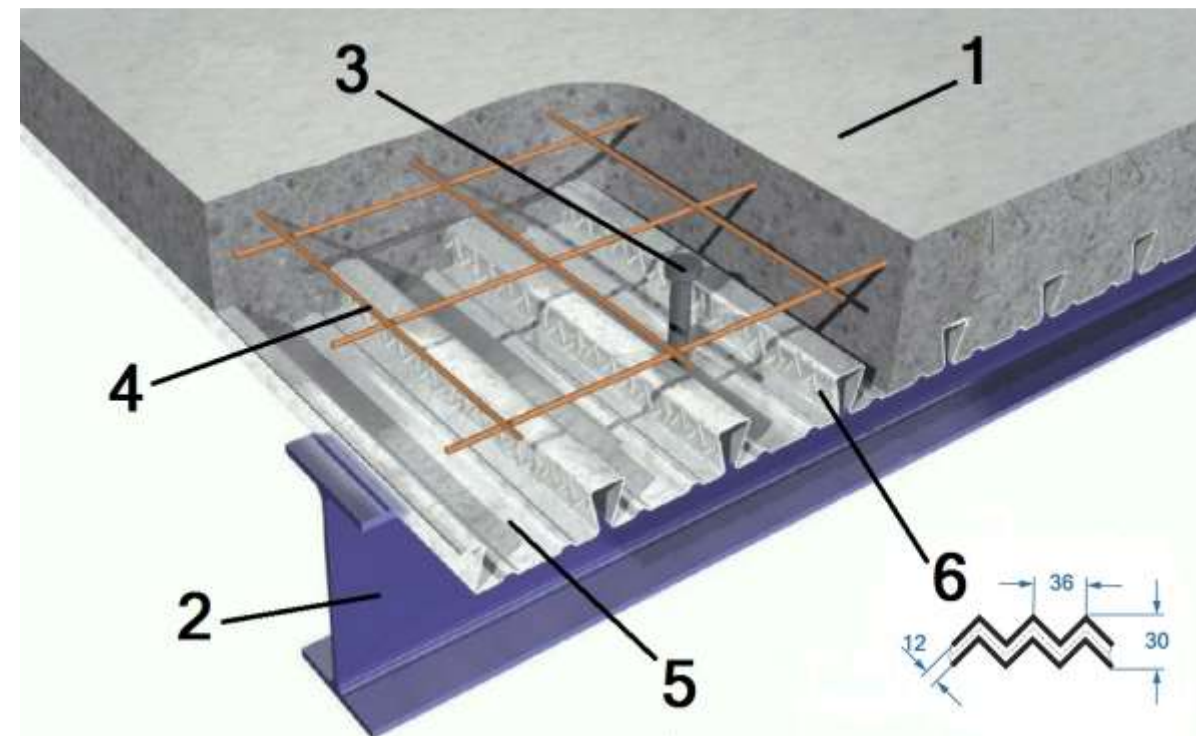
Практичне значення

1. Розроблені конструктивні рекомендації по раціональному компонуванню сталебетонних перекриттів для житлових будівель.
2. Розроблені рекомендації по анкеруванню сталевих елементу у тілі залізобетонної плити.
3. Одержані у роботі результати були впроваджені при розробці інженерної частини магістерської роботи.

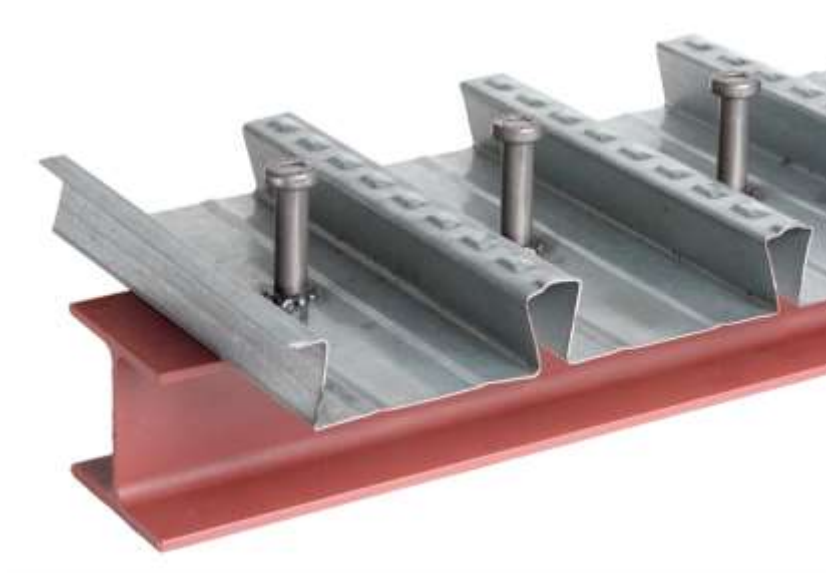
Типові конструкції сталезалізобетонних перекриттів



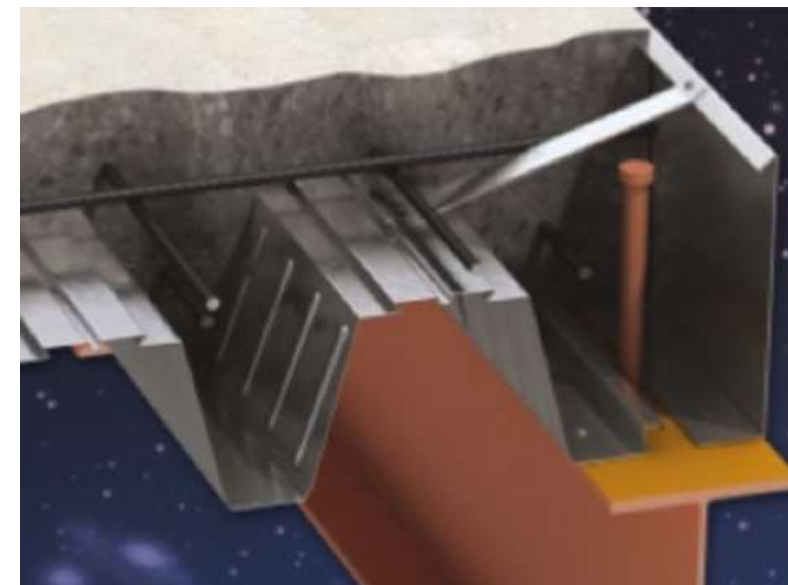
Принципове конструктивне рішення сталобетонного монолітного перекриття із змішаним армуванням: 1 – сталеві балки; 2 – профнастил із рифами-шпокнами; 3 – стад-болти (анкерні болти); 4 – арматурна сітка; 5 – бетон монолітної плити.



Конструкція монолітного сталобетонного перекриття із «замковим» профнастилом, що має підвищені анкерувальні властивості: 1 – бетон монолітної плити; 2 – сталеві балки; 3 – стад-болти (анкерні болти); 4 – арматурна сітка; 5 – профнастил «замкової» конструкції.



а)

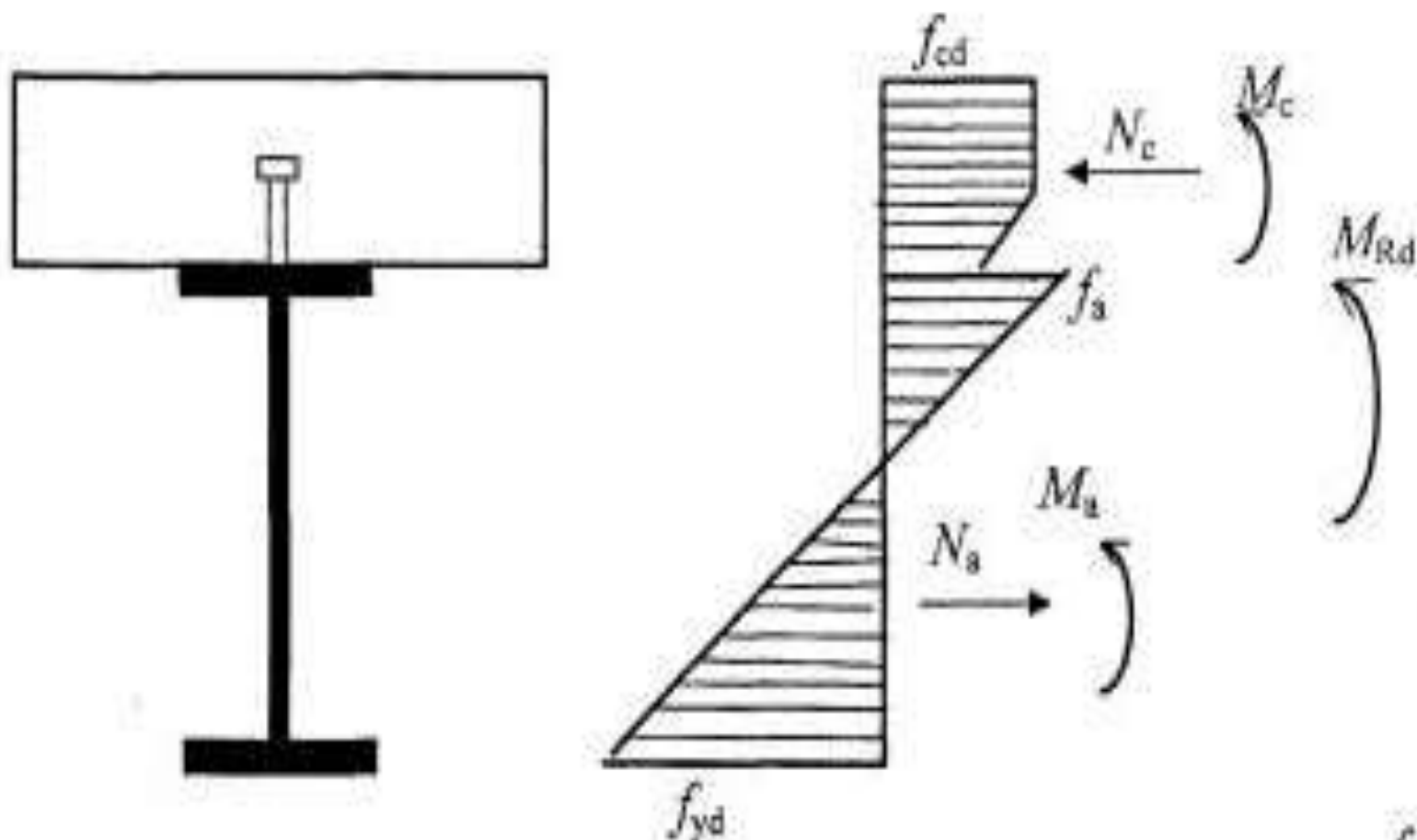


б)

Конструкція опорних анкерів (стад-болтів), змонтованих на металевій балці: а – схема встановлення анкерів; б – система перекриття в опорній зоні після оббетонування.

Аналітичні засади розрахунку сталезалізобетонних перекриттів за ДБН В.2.6-160:2010

4



Розподіл напружень по висоті перерізу сталезалізобетонного перекриття із суцільними плитами (спрощена діаграма деформування бетону), виходячи з припущення повної сумісної роботи залізобетонної та сталевих складових

M_{Rd} - розрахункова несуча здатність комбінованого перерізу за моментом;

M_c - розрахунковий згинальний момент від внутрішніх зусиль у перерізі бетонної полиці;

M_a - розрахунковий згинальний момент від внутрішніх зусиль у перерізі конструкційного сталевих профілю;

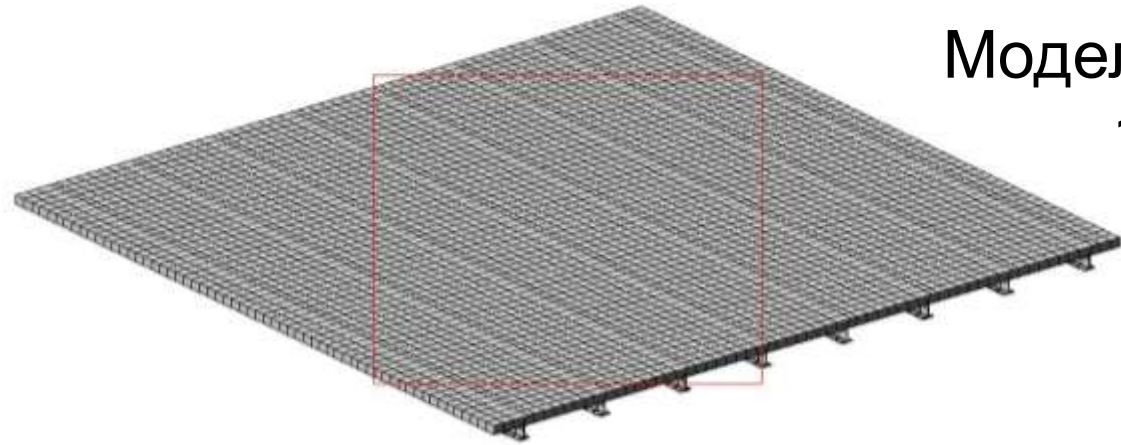
N_a - розрахункове нормальне зусилля у перерізі сталевих профілю комбінованої балки;

N_c - розрахункове нормальне зусилля стиску у бетонній полиці;

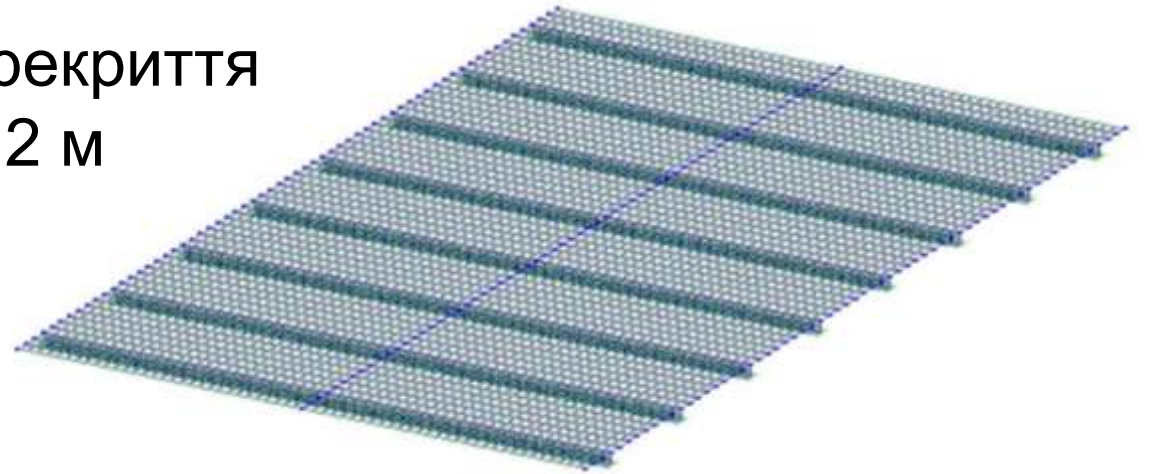
f_{cd} - розрахункове значення міцності бетону на стиск;

f_a - Напруження по перерізу сталевих профілю

Модель стандартного сталезалізобетонного перекриття 5

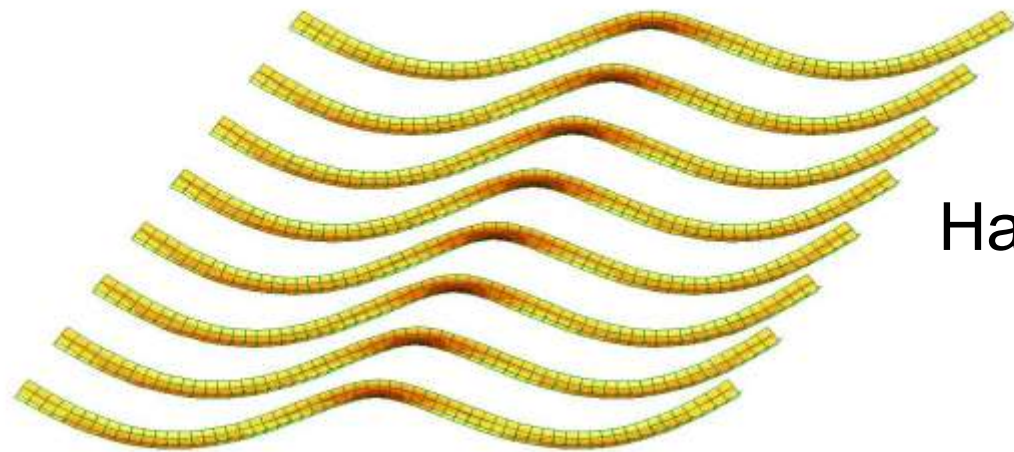


Модель перекриття
12 x 12 м

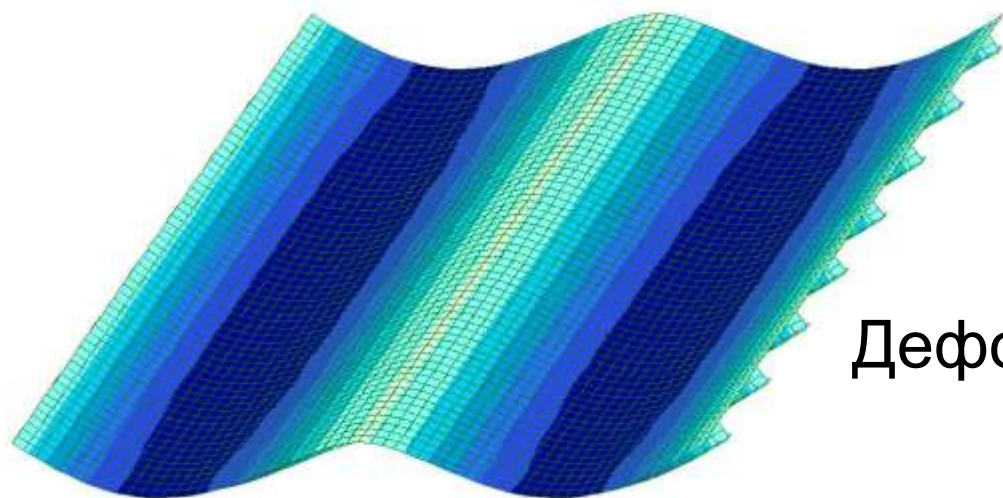
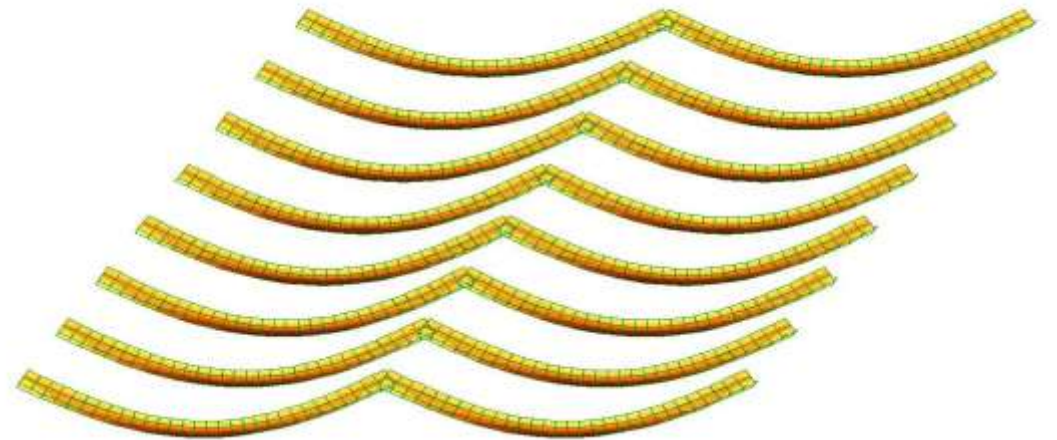


Нерозрізна робота перекриття

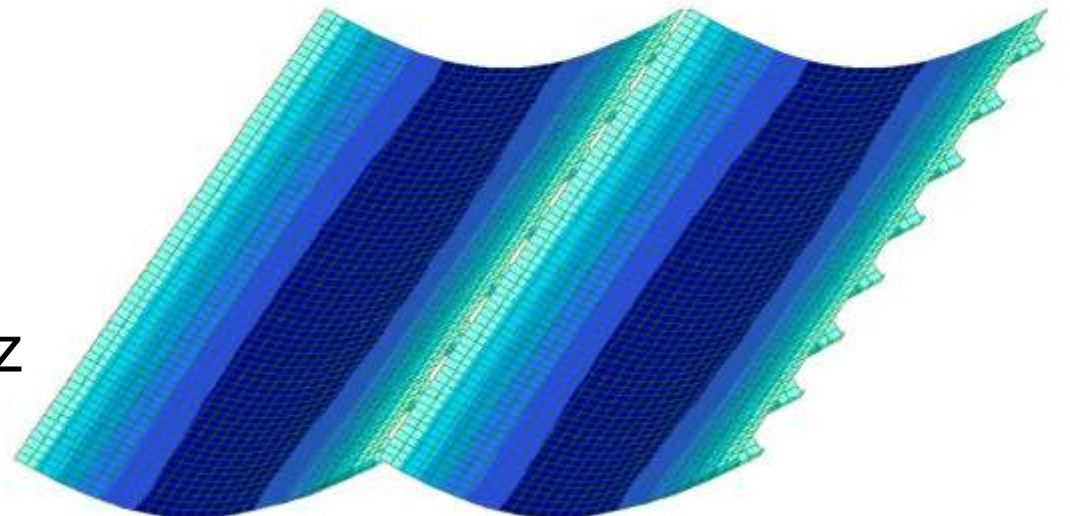
Розрізна робота перекриття



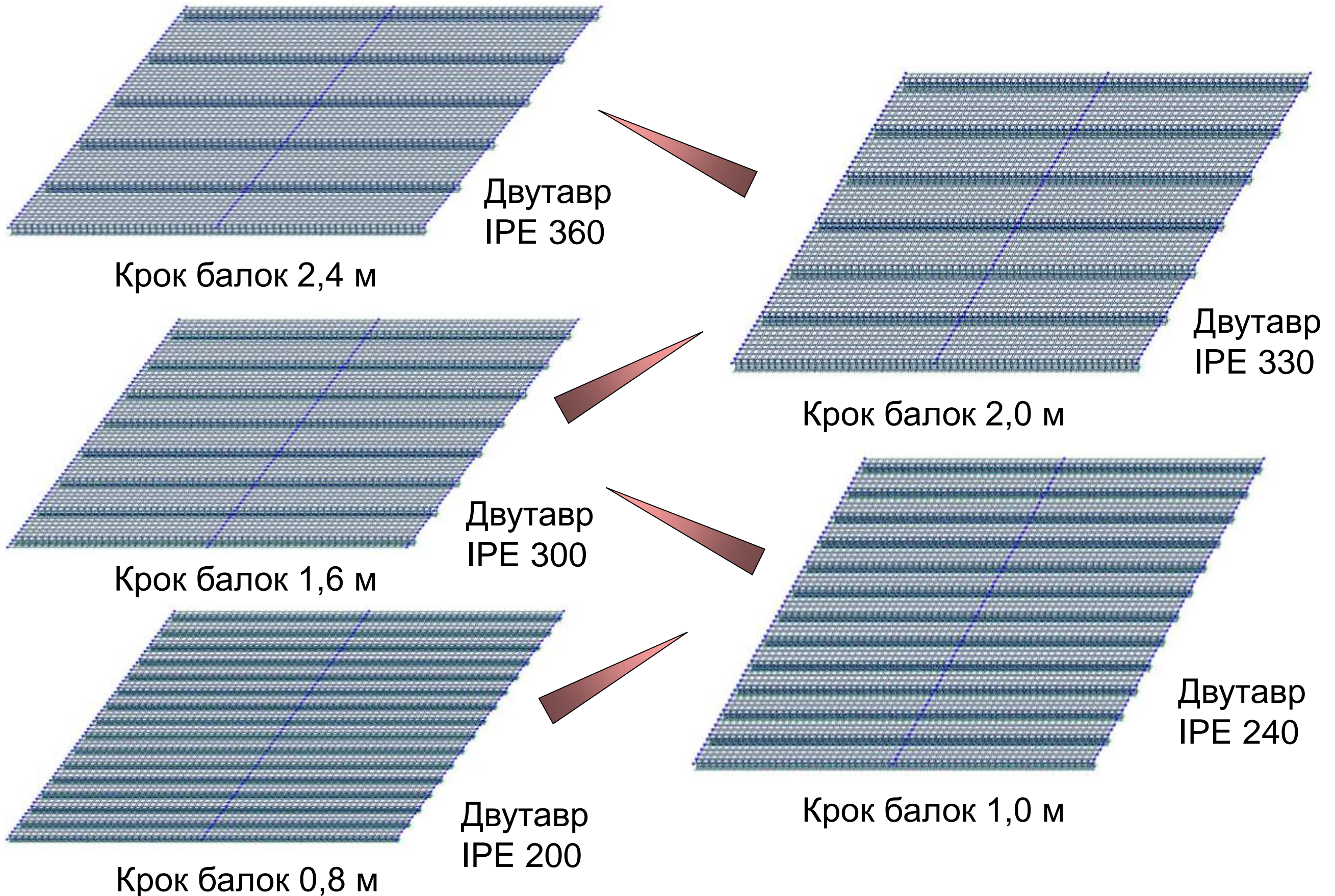
Напруження у
балках



Деформації по Oz



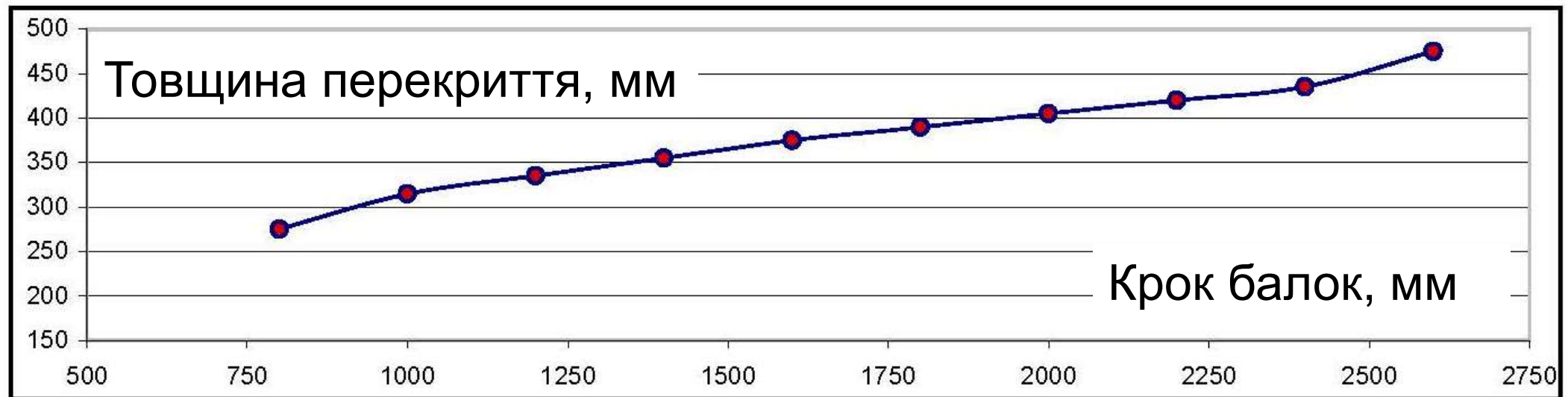
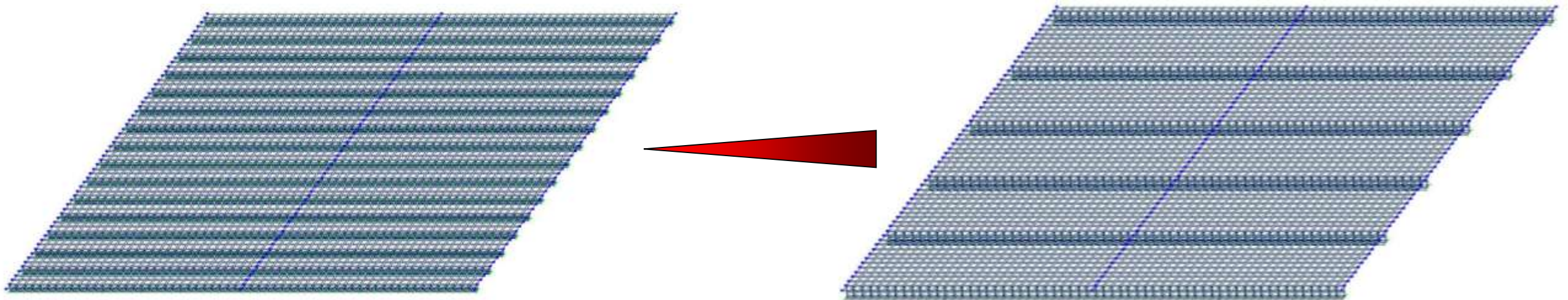
Вибірка варіантів моделей перекриття, що розглядалися при чисельному експерименті 6



Узагальнені результати оптимізаційного пошуку

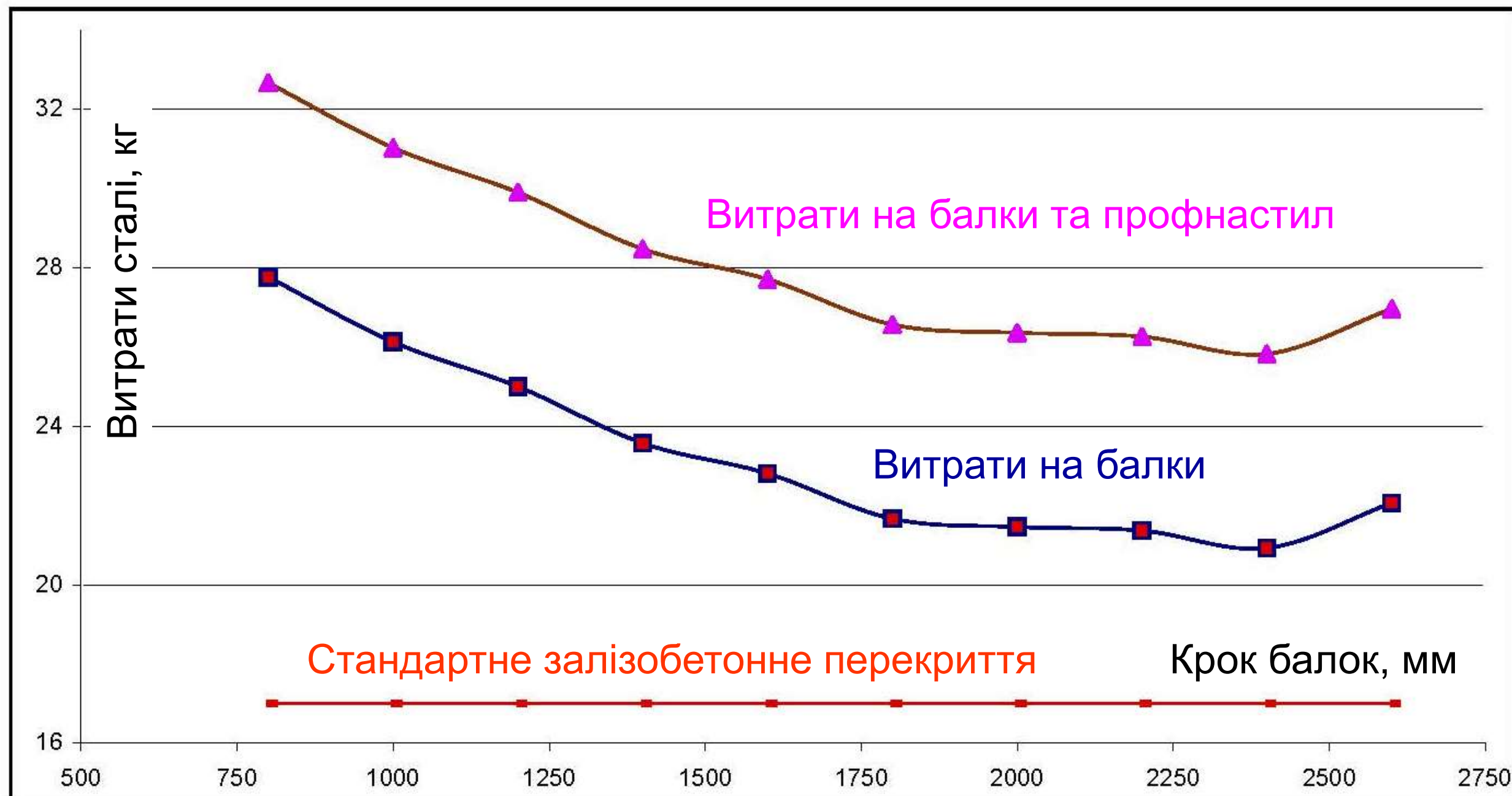


Критерій загальної товщини перекриття



Діаграма, що ілюструє витрати сталі на 1 м² перекриття

8



Висновки (порівнюються перекриття з різною роботою балок):

- зона оптимального кроку балок – 1,8 ... 2,4 м;
- мінімальні витрати сталі – 25 кг/м²;
- витрати сталі на стандартне залізобетонне перекриття – 17 кг/м²

- В результаті теоретичного вивчення роботи сталезалізобетонних перекриттів, набутого інженерного досвіду та аналізу виконаних розрахунків прослідковуються такі тенденції:
- із зростанням кроку сталевих балок сталезалізобетонного перекриття зростає і загальна конструктивна висота перекриття. Лінійне зростання спостерігається в інтервалі кроків від 1,0 до 2,2 м (320 ... 420 мм), тобто, на кожні 100 мм кроку припадає зростання товщини перекриття в середньому на 8 ... 8,5 мм;
 - виявлено, що загальні витрати металу для влаштування сталезалізобетонного перекриття вищі за витрати арматурної сталі для влаштування стандартного залізобетонного перекриття. У оптимальному випадку на монолітне залізобетонне перекриття витрачається від 12 до 17 кг/м² арматури, на сталезалізобетонне перекриття – 25 ... 30 кг/м² профнастилу та сталевих двотаврових;
 - найменші питомі витрати металу на металеві балки та профлист для формування сталезалізобетонного перекриття спостерігаються при кроці балок від 1,8 до 2,4 м, причому спостерігається тенденція: від 0,8 до 1,8 м витрати металу зменшуються фактично прямолінійно, більше 2,4 м – різко зростають по параболічній залежності;
 - враховуючи інтегральний критерій товщини перекриття та витрат металу на 1 м² перекриття, раціональним за інших рівних умов є перекриття з кроком балок 1,8 м;
 - зменшення кроку балок менше 0,8 м не доцільне, оскільки при цьому висота сталевих балок співставна із товщиною залізобетонної плити, що, в кінцевому випадку, перетворює сталезалізобетонне перекриття на звичайне залізобетонне із жорсткою арматурою;
 - із зростанням кроку сталевих балок зусилля в фіксуючих анкерах зростають і при кроці сталевих балок більше 3,0 м фіксуючі анкери не забезпечують достатньої надійності зчеплення від зсуву, отже, як наслідок, звичайних анкерів типу «стад-болт» вже не достатньо.

- для перекриття житлових будівель, що проектується зі сталезалізобетону, сталеві балки слід влаштовувати з кроком 1,6 ... 2,0 м, віддаючи перевагу прольоту 1,8 м;
- раціональна конструктивна висота перекриття при цьому повинна складати близько 390 мм;
- в якості металевих балок рекомендується використовувати профілі, виготовлені за європейськими нормами типу IPE, як такі, що володіють більш раціональною формою у порівнянні зі стандартними двотаврами з ухилом полиць. Рекомендований профіль для оптимального кроку 1,8 м – IPE 300;
- рифи профнастилу слід розташовувати перпендикулярно сталевим балкам, рекомендована висота рифів профнастилу – 60 ... 80 мм із шпонками та звуженнями (замками);
- у якості анкерних пристроїв рекомендується використовувати стандартні стадболти фірми HILTI, які, у порівнянні з іншими анкерними пристроями, дають значну перевагу у зручності та мінімальному часі встановлення;
- максимальна відстань у поздовжньому напрямку зсувних з'єднань (анкерів) не повинна перевищувати більш ніж у 6 разів загальну товщину плити. Для прийнятої плити товщиною 150 мм анкери слід встановлювати із кроком не рідше 900 мм;
- рекомендується захищати металеві конструкції балок та зовнішньої опалубки у вигляді профнастилу ефективними негорючими утеплювачами та вогнезахисними покриттями, які б збільшували межу вогнестійкості перекриттів до REI 90 (90 хв. впливу відкритого вогню).