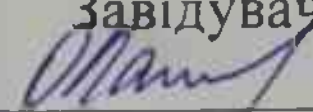



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет архітектури, будівництва та дизайну  
Кафедра комп'ютерних технологій будівництва  
та реконструкції аеропортів

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач кафедри КТБ  
 О.І.Лапенко  
“ 18 ” листопада 2022 р.


**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)**  
**ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ**  
**“МАГІСТР”**

Тема: Дослідження ефективності та створення конструктивних систем  
сталезалізобетонних безбалкових перекриттів

Виконав: студент Бондар Андрій Русланович

Керівник: д.т.н., професор  Голоднов Олександр Іванович

Консультанти з розділів:

Керівник дипломного проекту  О.І. Голоднов

Охорона праці  - В.П. Федуща

Охорона навколишнього середовища  М.М. Розумський

Нормоконтролер з ЄСКД (ЄСПД):  О.В. Родченко

# НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інститут аеропортів Факультет архітектури, будівництва та дизайну  
Кафедра комп'ютерних технологій будівництва та реконструкції аеропортів  
Напрямок (спеціальність) 192 «Будівництво та цивільна інженерія»  
(шифр, найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
«28» 08 2022



## ЗАВДАННЯ

на виконання дипломної роботи (проекту)

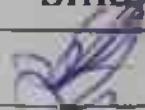


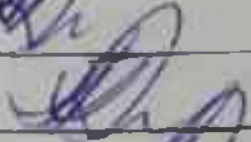


Бондаря Андрія Руслановича

(прізвище, ім'я, по батькові випускника в родинному відношенні)


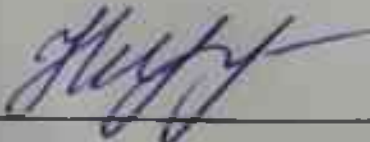
- Тема дипломного проекту: Дослідження ефективності та створення конструктивних систем сталезалізобетонних безбалкових перекриттів затверджена наказом ректора від " 20 " 09 2022р. № 1583/од
- Термін виконання проекту: з 29 серпня по 30 листопада 2022р.
- Вихідні дані до проекту:
  - Призначення будинку – громадська будівля.
  - Матеріал несучих конструкцій – сталезалізобетон, залізобетон, бетон С25/30, арматура А240С, А500С, скло, цегла.
  - Навантаження згідно ДБН В. 1.2-2:2006. «Навантаження і впливи».
  - Район будівництва – м. Київ
- Зміст пояснювальної записки:
  - Вступ
  - Аналітичний огляд
  - Архітектурний розділ
  - Розрахунково-конструктивний розділ
  - Охорона праці
  - Вплив будівництва на довкілля
- Перелік обов'язкового графічного матеріалу:

Обсяг графічного матеріалу:  
Архітектурний розділ – 3 листи  
Розрахунково-конструктивний розділ – 1 лист

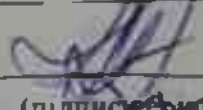
### 6. Календарний план-графік

№ пор.	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	Архітектурно-планувальне рішення	15.10.2022	
2	Методи розрахунку залізобетонних перекриттів	20.10.2022	
3	Розрахунок безбалкових плит перекриття	25.10.2022	
4	Охорона праці	01.11.2022	
5	Вплив будівництва на довкілля	07.11.2022	
6	Особливості конструктивних систем та застосування сталезалізобетонних безбалкових перекриттів	11.11.2022	

### 7. Консультанти з окремих розділів

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вплив будівництва на довкілля	Радомська М.М.		

8. Дата видачі завдання: “ 20 ” 09 2022р.

Керівник дипломного проекту  (підпис керівника) Голоднов Олександр Іванович (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання  (підпис випускника) Бондар Андрій Русланович (ПІБ)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	.....
РОЗДІЛ 1. Особливості конструктивних систем та застосування сталезалізобетонних безбалкових перекриттів.....	.....
РОЗДІЛ 2. Методи розрахунку залізобетонних перекриттів.....	.....
РОЗДІЛ 3. Розрахунок залізобетонних безбалкових плит перекриттів.....	.....
РОЗДІЛ 4. Охорона праці.....	.....
РОЗДІЛ 5. Вплив будівництва на довкілля.....	.....
ВИСНОВОК.....	.....
Список використаної літератури.....	.....

## РОЗДІЛ 1

### ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКТИВНИХ СИСТЕМ ТА ЗАСТОСУВАННЯ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ БЕЗБАЛКОВИХ ПЕРЕКРИТТІВ

Безбалкові перекриття є різновидом плоских перекриттів і застосовуються в тих будинках і спорудах, де використовується регулярна сітка колон з квадратної чи близької до неї комірки з розмірами 4x4, 5x5, 6x6 м. Дані перекриття більш економічні за витратою матеріалів (включаючи загальну товщину перекриття), більш гігієнічні і являють собою естетичну привабливість для обслуговуючого персоналу. Тому дані перекриття використовуються найчастіше в харчовій промисловості, на підприємствах точного машинобудування, у складських приміщеннях, у демонстраційних залах і виставкових павільйонах (рис. 1.1).

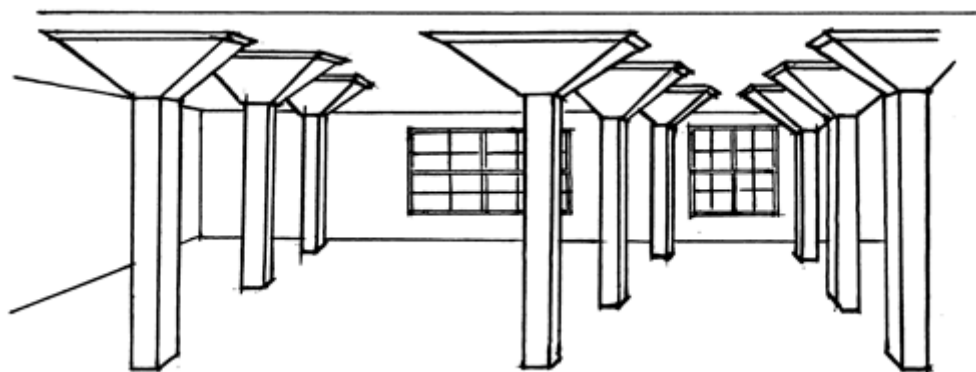


Рис. 1.1. Безбалкове перекриття з використанням капітелей

У сучасній практиці будівництва можуть застосовуватися монолітні безбалкові перекриття, збірні й збірно-монолітні.

#### **Монолітні безбалкові перекриття**

Вони менш економічні, ніж збірні, але досить прості за формою і мають дуже гарну архітектурну виразність. Їх застосовують у спорудах, де вимагаються гладкі стелі: корпуси холодильників, м'ясокомбінатів, годинникової промисловості, складів, резервуарів та ін.

Основний принцип компонування безбалкового перекриття полягає в тому, що монолітна плита спирається безпосередньо на колони без додаткових ребер чи балок. Щоб не відбулося продавлювання плити над колоною, влаштовують спеціальні опорні подушки над колонами, які називаються капітелями.

Монолітні безбалкові перекриття мають наступні переваги перед монолітними балковими:

- менша будівельна висота;
- менша складність виконання робіт;
- відсутність на стелі виступаючих елементів ребер;
- велика економічність при тимчасовому корисному навантаженні на перекриття більше  $10 \text{ кН/м}^2$ .

Товщину монолітної плити приймають з умови її необхідної міцності в межах  $\delta_{\text{пл}} = (1/32 \div 1/35)l_2$ , де  $l_2$  – довжина більшого прольоту, тобто товщина плити складає  $120 \div 160$  мм, в деяких випадках  $200-240$  мм. Клас бетону приймають  $C16/20 \div C25/30$ .

Капітелі колон конструюють найчастіше у вигляді усіченої піраміди (рис. 1.2) з кутом нахилу граней  $\alpha = 45^\circ$ , подвійної усіченої піраміди ламаного обрису й усіченої піраміди з надкапітельною плитою.

*Розрахунок безбалкових монолітних перекриттів* виконують за методом граничної рівноваги. Експериментально встановлено, що для безбалкової плити небезпечними завантаженнями є: смугове навантаження через проліт і суцільне навантаження по всій площі.

При смуговому навантаженні в граничній рівновазі утворюються три лінійних пластичних шарніри, що з'єднують диски в місцях зламу.

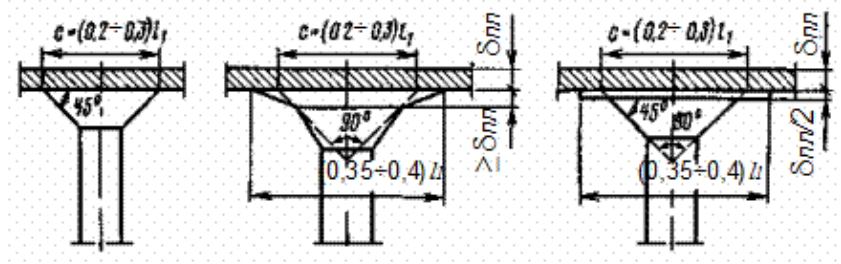


Рис. 1.2. Типи капітелей монолітних безбалкових перекриттів: *a* – усічена піраміда; *б* – подвійна усічена піраміда; *в* – з додатковою надкапітельною плитою

Для випадку зламу окремої смуги з утворенням двох жорстких дисків, з'єднаних трьома лінійними шарнірами, середню панель розраховують за умови, що сума опорного і прольотного моментів, сприйманих перерізом плити в пластичних шарнірах  $M_{sup} = R_s A_{s1} z_{sup}$  і  $M_l = R_s A_{s2} z_l$ , дорівнюють балковому моменту плити шириною  $l_2$  і прольотом  $l_1 - 2c_1$ , тобто в напрямку  $l_1$ :

$$\frac{ql_2(l_1 - 2c_1)^2}{8} = R_s (A_{s1} z_{sup} + A_{s2} z_l),$$

де  $q$  – сумарне навантаження на  $1\text{ м}^2$  плити;  $c_1$  – відстань від опорних пластичних шарнірів до осі найближчих до них рядів колон у напрямку  $l_1$ ;  $A_{s1}$  – площа перерізу арматури в опорному пластичному шарнірі в межах однієї панелі;  $A_{s2}$  – площа перерізу арматури в прольотному пластичному шарнірі в межах однієї панелі;  $z_{sup}$  і  $z_l$  – плече внутрішньої пари сил в опорному і прольотному пластичних шарнірах,  $z_{sup} \gg z_l \gg 0,9\delta_{пл}$ .

При суцільному завантаженні безбалкового перекриття в середніх панелях виникають взаємно перпендикулярні й паралельні ряду колон лінійні пластичні шарніри з розвитком тріщин угорі; при цьому кожна панель поділяється пластичними шарнірами на чотири жорстких дисків, що обертаються навколо опорних лінійних пластичних шарнірів, осі яких розташовані в зоні капітелей під кутом  $45^\circ$  до рядів колон (рис. 1.3).



Рис. 1.3. Утворення пластичних шарнірів у безбалковому перекритті при суцільному навантаженні

При суцільному навантаженні квадратної панелі, однаково армованої в обох напрямках ( $A_s = A_{s1} = A_{s2}$ ), умова міцності в пластичних шарнірах може бути записана в такий спосіб:

$$\frac{ql_1^3}{8} \left[ 1 - 2\frac{c}{l} + \frac{4}{3}\left(\frac{c}{l}\right)^3 \right] \leq R_s A_{s1} z_l \left( \theta_{sup} \frac{z_{sup}}{z_l} + \theta_l \right)$$

де  $c$  – катет прямокутного трикутника, що відламується від чверті панелі ( $c = 0,1l_1$ ); при розрахунку середніх панелей рекомендується приймати  $\theta_{sup} = 0,5 \div 0,67$ ;  $\theta_l = 0,33 \div 0,5$ ;  $c/l$  у межах  $0,08 \div 0,12$ .

При розрахунку крайніх панелей залежно від способу спирання безбалкової плити по контуру розглядають кілька можливих схем зламу.

Розміри й обриси капітелей повинні бути підібрані таким чином, щоб виключити продавлювання безбалкової плити по периметру капітелі. Для цього на будь-якій відстані  $x$  і відповідно  $y$  від осі колони повинна бути дотримана умова міцності:

$$Q \leq R_{bt} b h_0 ,$$

$$Q = q[l_1 l_2 - 4(x + h_0)(y + h_0)] ;$$

$$b = 4(x + y + h'_0) ,$$

при квадратній капітелі  $x = y$ .



Монолітна безбалкова плита армується рулонними або плоскими звареними сітками. Прольотні моменти сприймаються сітками, покладеними знизу, а опорні моменти – сітками, покладеними зверху.

Застосовані для армування безбалкової плити вузькі сітки з поздовжньою робочою арматурою на ділянках, де розтягуючі зусилля виникають у двох напрямках, укладають у два шари по двох взаємно перпендикулярних напрямках (рис. 1.4).

У зв'язку з тим, що в капітелях не виникає розтягуючих зусиль, їх армують конструктивно стержнями діаметром 8-10 мм, які встановлюють у кутах і посередині сторін й зв'язують по висоті трьома – чотирма горизонтальними хомутами Ø6 мм класу АІ (А240С).

### **Збірні безбалкові перекриття**

Збірні безбалкові перекриття застосовують при сітці колон 6х6 м і більше і корисних навантаженнях на перекриття 8÷10 кН/м<sup>2</sup>. Це найбільш економічний тип безбалкових перекриттів.

Збірні безбалкові перекриття складаються зі збірних капітелей або капітельних плит, міжколонних плит і прольотних плит (рис. 1.5).

Капітелі, що передають навантаження від плит на колони, можуть бути наскрізними, суцільними й плоскими пластинчатими. Розраховуються капітелі як консолі колон. Спираються вони на колони через спеціальні виступи або монтажні столики. На капітелі встановлюють міжколонні плити, що зв'язують колони в чотирьох взаємно перпендикулярних напрямках, забезпечуючи необхідну жорсткість будинку. Плити можуть бути ребристими, багатопорожнистими і суцільними. Розраховують міжколонні плити за нерозрізною схемою з урахуванням перерозподілу моментів і поперечних сил. Прольотні плити укладають безпосередньо на міжколонні. Вони завершують суцільність усього безбалкового перекриття. Ці плити розраховуються як плити, оперті по контуру з вільним спиранням граней.

Необхідна жорсткість конструкцій збірного перекриття забезпечується за допомогою зварювання арматурних випусків у плитах і капітелях або закладних деталей у стиках. Усі шви замоноличують бетоном класу С16/20-С20/25.

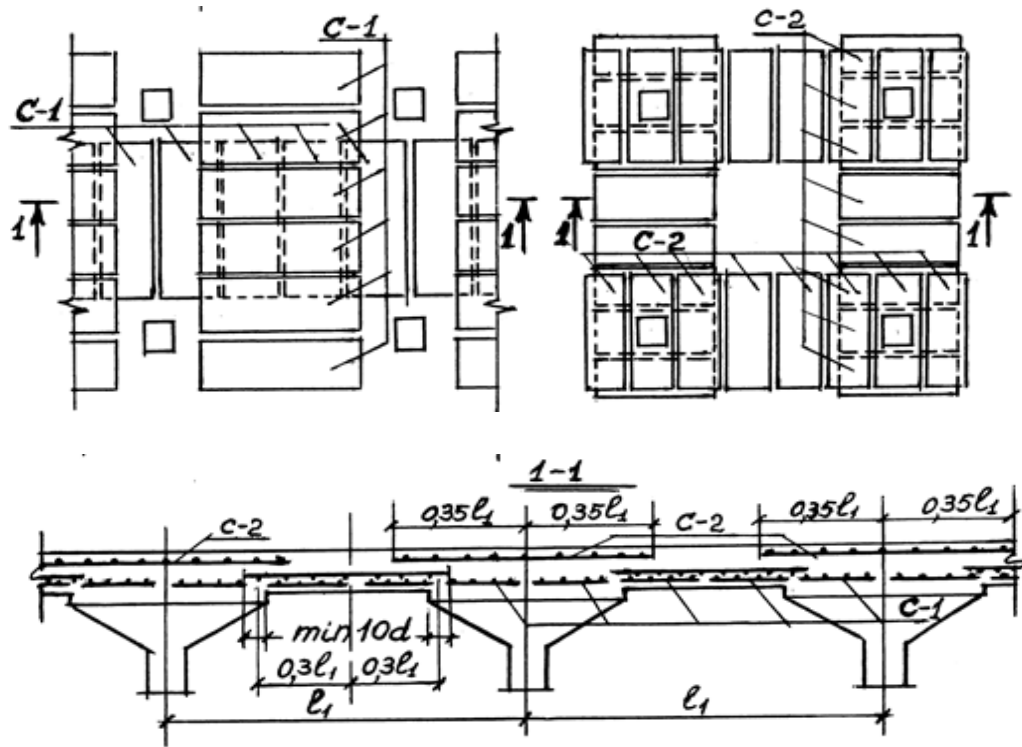


Рис. 1.4. Армування безбалкового перекриття вузькими сітками: *а* – план розкладки нижніх сіток; *б* – план розкладки верхніх сіток; *в* – армування капітелі

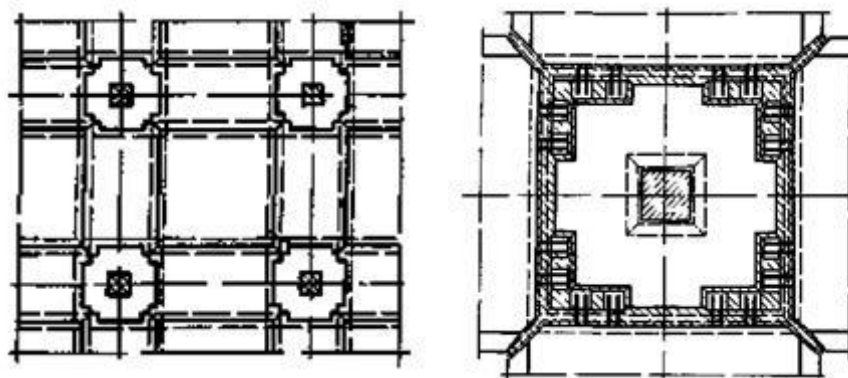


Рис. 1.5. Конструкції збірних безбалкових перекриттів: *а* – план розкладки збірних плит; *б* – вузол спирання плит на капітель

Існує також практика застосування збірно-монолітного безбалкового перекриття. У цьому типі перекриття створюється спочатку опорна платформа зі збірних межколонних плит, капітелей і прольотних плит. Товщина цих плит незначна і складає 6-8 см. Потім на цю платформу укладають шар монолітного бетону товщиною 5-6 см з армуванням надопорних зон додатковими сітками. Загальна витрата бетону й арматури у цьому випадку збільшується, однак жорсткість усього перекриття істотно зростає.

Слід зазначити, що до розряду плоских залізобетонних перекриттів відноситься дуже велика група збірних залізобетонних ригельно-балкових систем. Принцип компонування таких перекриттів полягає в тому, що по балках чи ригелях рам укладаються збірні залізобетонні багатопорожнисті або ребристі плити. Різновид таких плит дуже великий. У цьому випадку плити розраховують як прості однопрольотні розрізні балки. Поперечний переріз таких плит модифікується в таврові перерізи і підбір арматури виконують для них як для таврових перерізів з полицею у стиснутій зоні. Опорні ригелі або балки, на які спираються плити, розглядаються як розрізні чи нерозрізні балки залежно від способу з'єднання їх з колонами або несучими стінами певних будівель чи споруд.

Заслуговує на увагу і розповсюджений останнім часом тип плоских перекриттів, застосовуваний у монолітному бескаркасному пластинчатому будівництві. У цьому разі товщина плит складає 140-160 мм, спираються ці плити на монолітні поздовжні й поперечні стіни. Розраховують такі плити в загальній системі просторової площинної конструкції, армування їх здійснюють найчастіше як контурних плит. Такі перекриття переважно виготовляють в так званій тунельній опалубці.

Слід відзначити, що поряд з цими перекриттями зустрічаються, особливо в країнах Близького Сходу, перекриття з використанням бетонних чи керамічних вкладишів і замоноличення цих елементів у загальну систему перекриття. Несучі головні перехресні балки в цьому разі виконуються висотою перерізу 250-300 мм, шириною 600, 800, 1000 мм. Утворюється безригельний каркас, що дозволяє одержувати плоскі стелі на великій площі приміщень.

## **Застосування сталезалізобетонних безбалкових покриттів**

### **Безбалкові монолітні перекриття**

У монолітних перекриттях цього виду немає проміжних чи контурних балок. На початках використання залізобетону в перекриттях суцільна по всій площі плита обпиралася на колони, які у верхній частині мають розширення у всі боки (капітелі). Вперше таке конструктивне вирішення перекриття з поступово потовщеними у верхній частині колонами запропонував у 1906 р. інженер Турнер (США). За формою верхньої частини колони його ще називали «грибоподібним». Широке використання перекриття з капітелями знайшли у холодильних і складських приміщеннях харчової промисловості [...].

Улаштування капітелей є доцільним насамперед з конструктивних міркувань, оскільки дає змогу: зменшити розрахунковий проліт плити і рівномірніше розподілити моменти по її ширині; збільшити міцність безбалкової плити на продавлювання по периметру капітелі; збільшити жорсткість з'єднання безбалкової плити з колоною. З цих самих міркувань поверх капітелі часто влаштовували надкапітельні плити. Різновидом безбалкових перекриттів з капітелями є перекриття із змінною товщиною плити. У міжколонних смугах у межах ширини верхньої частини капітелей товщина плит є більшою, а в середній частині – меншою. Таке конструктивне рішення полегшеного перекриття дає змогу суттєво зменшити витрати бетону (до 16–17 %), а також арматури (до 5–7 %). В останні роки під час зведення житлових, адміністративних та інших будівель усе ширше використовують монолітні плоскі безбалкові безкапітельні перекриття, зокрема за нерегулярного розташування колон, стін-пілонів в обидвох напрямках. У разі регулярного розташування колон можна створювати попереднє напруження в одному або двох напрямках перекриттів, що доцільно за значних (до 12–18 м) прольотах і дає змогу меншою мірою розвивати висоту перекриття порівняно з перекриттями із звичайною ненапруженою арматурою.

### Безбалкові збірні перекриття

Безбалкові перекриття мають очевидні переваги порівняно з балковими перекриттями: конструктивні, естетичні, експлуатаційні тощо. Тому пошук раціональних таких перекриттів розпочато ще у 30-х роках ХХ ст. [...]. Конструктивна схема одного із вдалих вирішень збірного безбалкового перекриття така. На залізобетонні колони з круглими кільцевими колонами встановлюють квадратні в плані капітелі, на які укладають балки-плити в обидвох напрямках. Останніми монтують квадратні в плані середні панелі, які укладають на полиці балок плит і з'єднують їх зварюванням закладних деталей.

### Перекриття уніфікованого безригельного каркасу КУБ

Перекриття збірно-монолітного залізобетонного каркасу КУБ монтується з окремих плоских елементів заводського виготовлення з

послідуючим зварюванням між собою і замонолічуванням швів. Загалом у перекритті кожного поверху передбачено три типи плит: надколонна НП, міжколонна МП і середня СП. Товщина 160 мм і загальні розміри плит 298×298 см є однаковими. Надколонні плити у середній частині мають квадратний отвір відповідно до розмірів колон. Стики між плитами знаходяться в перерізах, де теоретичні значення згинальних моментів є нульовими. У публікації [...] подано загальні конструктивні вирішення і умови використання безкапітельних безбалкових збірно-монолітних перекриттів, зокрема системи КУБ, їхні експлуатаційні властивості, рекомендації щодо розрахунку і конструювання, а також питання технології та техніко-економічної ефективності. Їх можна використовувати як окремо, так і в комплексі з іншими конструктивними елементами, зокрема сталезалізобетонними. Особливості і переваги безкапітельно-безбалкової каркасної конструктивної системи будівель, а також результати окремих досліджень та досвід використання у Полтаві подано у публікації [...]. За техніко-економічними показниками вартість 1 м<sup>2</sup> житла системи КУБ порівняно з традиційними каркасами та стіновими системами є меншою майже на 40 %, а швидкість будівництва на 50 % більшою. Аналізуючи декілька конструктивних схем багатопверхових будівель системи КУБ, автори досліджень [...] дійшли висновку, що найбільш економічним за загальними затратами є будівлі з малим кроком колон – від 3,0–3,3 м до 4,5–4,8 м.

### **Сучасні сталезалізобетонні безбалкові конструкції перекриття**

Разом з численними перевагами існуючі залізобетонні конструкції безбалкових перекриттів мають ряд недоліків, зокрема наявність значної кількості відповідальних вузлів, необхідність використання підтримуючих засобів, риштувань та опалубки, що значно підвищує вартість конструкцій, великі трудовитрати при їх зведенні [...].

Разом з тим відомі позитивні якості безбалкових систем при застосуванні сталезалізобетону [...]. Так, у випадку влаштування монолітного безбалкового перекриття по сталезалізобетонних колонах дещо спрощується

конструкція опорного вузла, збільшується жорсткість, тим самим зменшуються прогини залізо-бетонної плити у прольоті. Інтенсивне впровадження сталезалізобетонних конструкцій у будівництво пояснюється їх високою техніко-економічною ефективністю. З проведеного аналізу відомих залізобетонних і сталезалізобетонних конструкцій перекриттів відзначена необхідність подальшого дослідження з розроблення ефективних конструкцій збірних сталезалізобетонних безбалкових перекриттів, удосконалення методики їх розрахунку й проектування.

Визначальним фактором для використання будь-якого конструктивного рішення, в тому числі й при проектуванні перекриттів, є техніко-економічні показники виготовлення та будівництва. У зв'язку з цим виникає необхідність пошуку оптимального співвідношення між витратами бетону, арматури та прокатної сталі при утворенні конструкцій перекриттів. Так, були створені нові види сталезалізобетонних плит, котрі можна використовувати як окремі конструкції, так і в складі перекриття [...]. Однією з пропозицій є збірна залізобетонна плита перекриття зі сталевим обрамленням (рис. 1.6).

Плита складається зі сталеві рами, яка може бути виготовлена з кутиків за допомогою електрозварювання і залізобетонної складової. Виготовлення конструкції може виконуватися безпосередньо на будівельному майданчику без застосування опалубки.

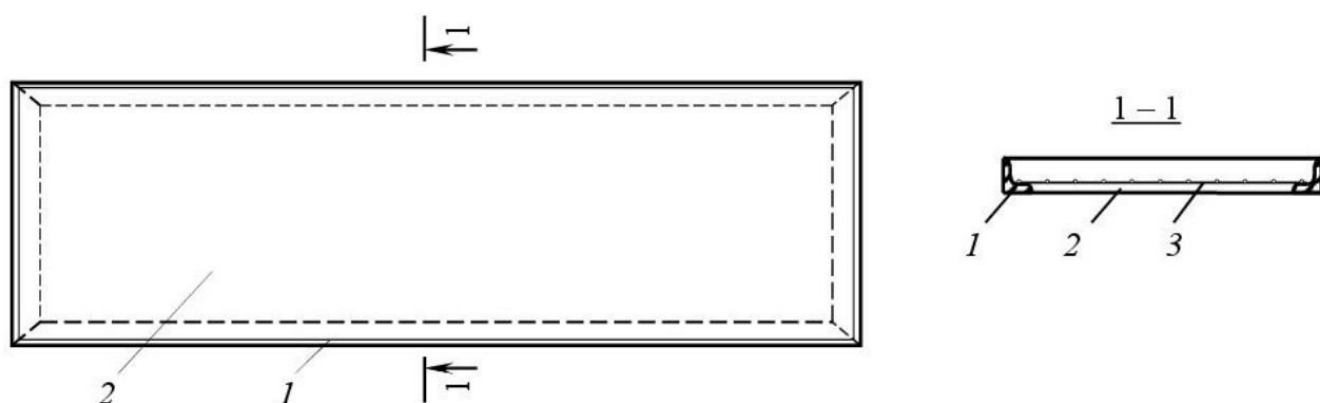


Рис. 1.6. Збірна залізобетонна плита перекриття зі сталевим обрамленням:

1 – сталева рама; 2 – залізобетонна складова; 3 – арматурна сітка

Такі плити мають низку переваг, зокрема: відносна простота їх виготовлення та монтажу, що призводить до зниження загальної трудомісткості і економії енерговитрат; спрощення арматурних робіт без застосування попереднього напруження; крім того, відкриті частини сталеві рами можна використовувати як закладні деталі, що становить у багатьох випадках вагому зручність.

Як альтернатива існуючим також запропонована збірна комплексна залізобетонна плита перекриття з підсиленням сталевими ребрами. Така плита відрізняється від ребристих тим, що залізобетонні ребра цих конструкцій замінено на сталеві профілі, які працюють сумісно із залізобетонною складовою. Має ряд позитивних якостей і збірна плита з використанням профільованого настилу, що запропонована в роботі [...].

Одним із нових видів є запропоноване збірне сталезалізобетонне безбалкове перекриття [...], у якому плити зі сталевим обрамленням поєднані між собою за допомогою зварювання. Таке перекриття (рис. 1.7) складається зі сталезалізобетонних плоских плит зі сталевим обрамленням, що спираються на трубобетонні колони.

Виготовлення збірних плит зі сталевим обрамленням може виконуватись як на заводі, так і безпосередньо на будівельному майданчику без застосування дорогої за вартістю опалубки.

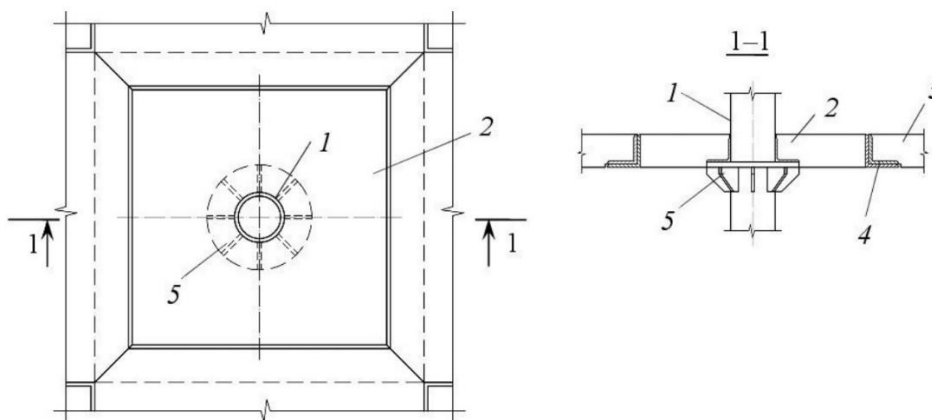


Рис. 1.7. Фрагмент збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття: 1 – трубобетонна колона; 2 – надколонна плита; 3 – міжколонна плита; 4 – сталеве обрамлення; 5 – консоль

За такою схемою надколонна плита збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття кріпиться безпосередньо до труобобетонної колони за допомогою зварювання. Для передачі навантаження з перекриття на колону по її контуру встановлена консоль, до якої приварені закладні деталі. Міжколонна плита встановлюється на винесені грані сталевих обрамлення двох сусідніх надколонних плит та фіксується в проектному положенні за допомогою зварювання. Міжколонні й надколонні плити складаються з контурних сталевих рам, які можуть бути виготовлені з кутиків, залізобетонних плит і арматурних сіток.

Важливим чинником у проектуванні збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття є визначення розмірів відправних елементів, на які впливають внутрішні силові фактори та маса елементів. На основі оптимального розподілу товщини пластин, відомої з теорії опору матеріалів, за умови рівнозначності напружень в елементах пластини визначено найкращий розподіл перекриття на окремі жорсткі диски.

При збільшенні прольоту конструкцій виявлено, що маса пролітної плити суттєво зростає, тому її доцільно розділити на окремі лінійні елементи. Досліджуючи розміри елементів отримана нова конструктивна система сталезалізобетонного безбалкового перекриття (рис. 1.8).

Представлене перекриття складається з плоских міжколонних плит зі сталевим обрамленням і пролітних плит, обпертих на дві протилежні сторони. Міжколонні плити спираються безпосередньо на консолі та повністю заховані в товщу перекриття. Пролітні плити встановлюються на висаджені грані сталевих обрамлення міжколонних плит та фіксуються в проектному положенні за допомогою електрозварювання.

Досліджуючи вищенаведені схеми, отримано нову систему сталезалізобетонного безбалкового перекриття з найменшою довжиною швів між елементами (рис. 1.10). Таке перекриття складається з плоских міжколонних плит та плит-вставок, що також мають сталеве обрамлення, яке виготовлене з кутиків. Міжколонні плити спираються безпосередньо на сталеві



диски-консолі, що приварені до трубобетонних колон, при цьому надколонні плити-капітелі не використовуються. Плити-вставки встановлюються на висаджені грані сталевго обрамлення міжколонних плит.

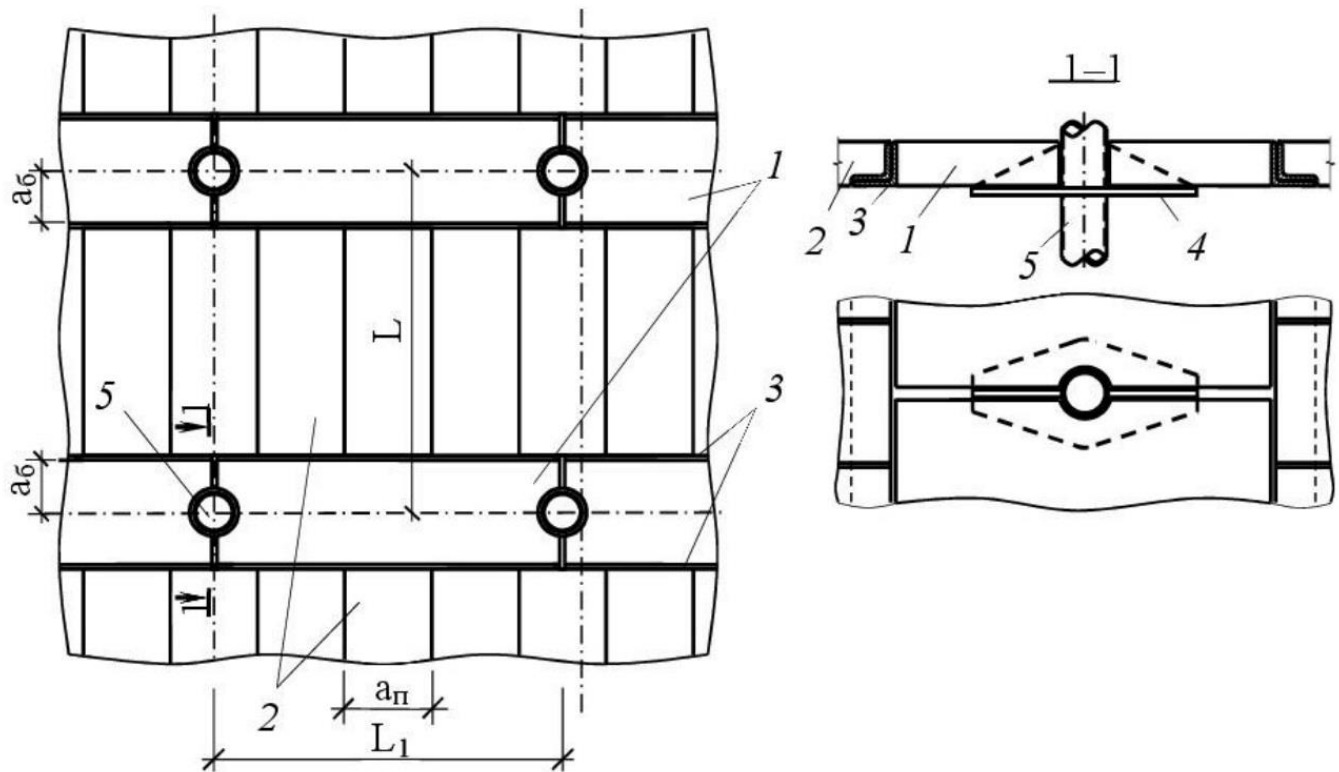


Рис. 1.8. Фрагмент збірного сталезалізобетонного безбалкового перекриття: 1 – міжколонна плита; 2 – пролітна плита; 3 – сталеве обрамлення; 4 – сталевий диск; 5 – трубобетонна колона

Досліджуючи вищенаведені схеми, отримано нову систему сталезалізобетонного безбалкового перекриття з найменшою довжиною швів між елементами (рис. 1.9). Таке перекриття складається з плоских міжколонних плит та плит-вставок, що також мають сталеве обрамлення, яке виготовлене з кутиків. Міжколонні плити спираються безпосередньо на сталеві диски-консолі, що приварені до трубобетонних колон, при цьому надколонні плити-капітелі не використовуються. Плити-вставки встановлюються на висаджені грані сталевго обрамлення міжколонних плит.

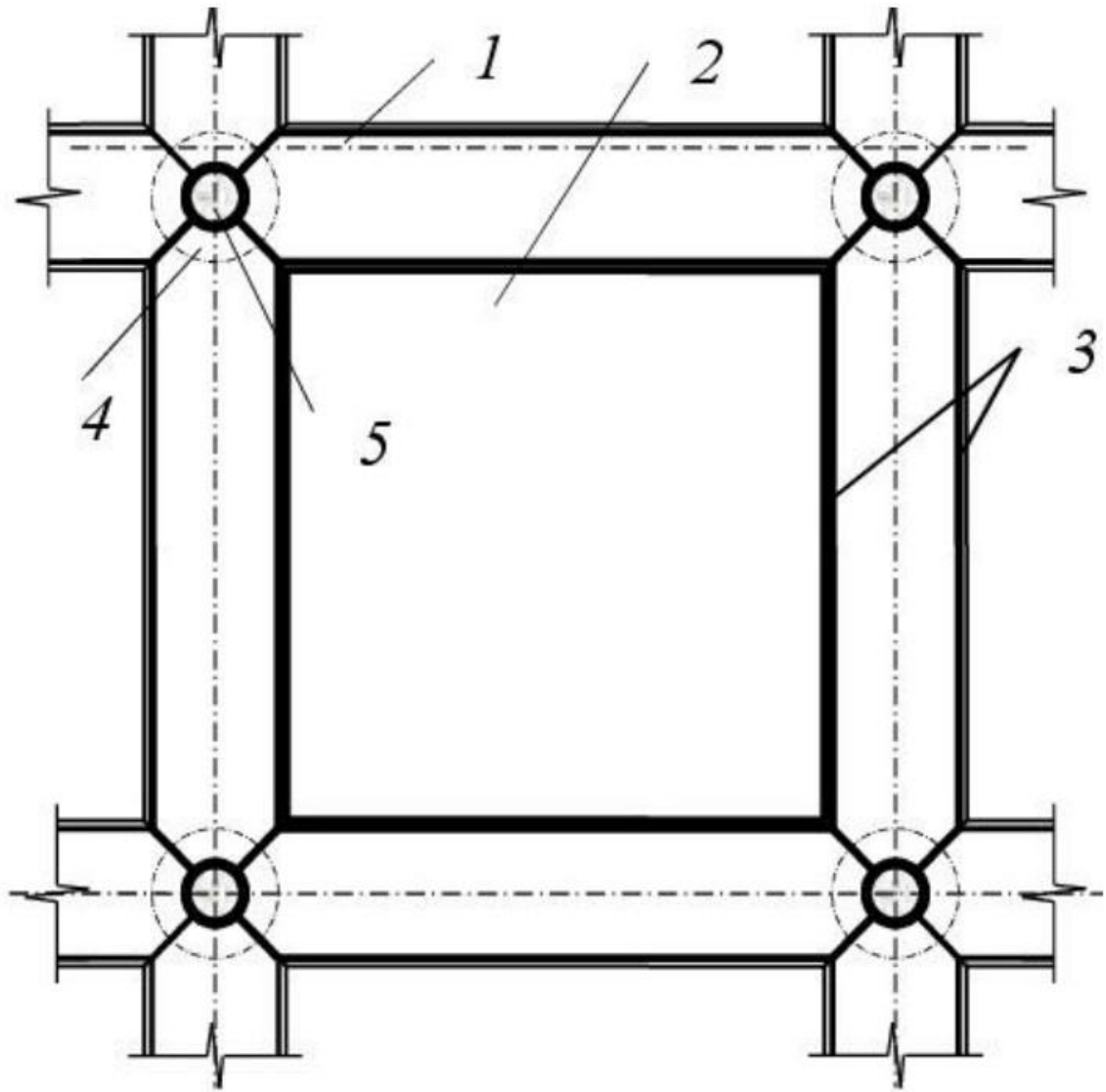


Рис. 1.9. Фрагмент збірного залізобетонного безбалкового перекриття з плитою:  
1 – міжколонна плита; 2 – плита-вставка; 3 – сталеве обрамлення; 4 – сталевий диск; 5 – труобетонна колона

Проведений аналіз свідчить про можливість улаштування сталезалізобетонних безбалкових перекриттів з прольотом до 7 м. Подальше збільшення прольоту призводить до зростання матеріалоемності та власної ваги. В цьому випадку доцільним є перехід від безбалкових до часторебристих перекриттів, що можуть містити різноманітні за своїм поперечним перерізом сталезалізобетонні плити і балки.

Цікавою, на наш погляд, є робота О.В. Клестова, [...], що присвячена дослідженню залізобетонних плит зі сталевим обрамленням. Розроблені та випробувані конструкції дослідних зразків надколонних, міжколонних та

пролітних плит (рис. 1.10 – 1.12), вивчений характер їх деформування, процес утворення тріщин, та встановлені значення несучої здатності. Випробовувалися залізобетонні плити як зі сталевим обрамленням, так і без нього. Цікавим є висновок, що плити зі сталевим обрамленням мали в 1.7 рази більшу несучу здатність порівняно з тими, що такого обрамлення не мали (рис. 1.13).

Розроблена методика розрахунку плит зі сталевим обрамленням, доведено, що результати розрахунку задовільно збігаються з експериментальними даними.

В роботі [...] були проведені дослідження числовими методами кінцевоелементних моделей залізобетонних плит зі сталевим обрамленням, які показали, що результати розрахунків напружень та деформацій зразків відповідають експериментальним даним, розбіжність складає 2 – 10%.

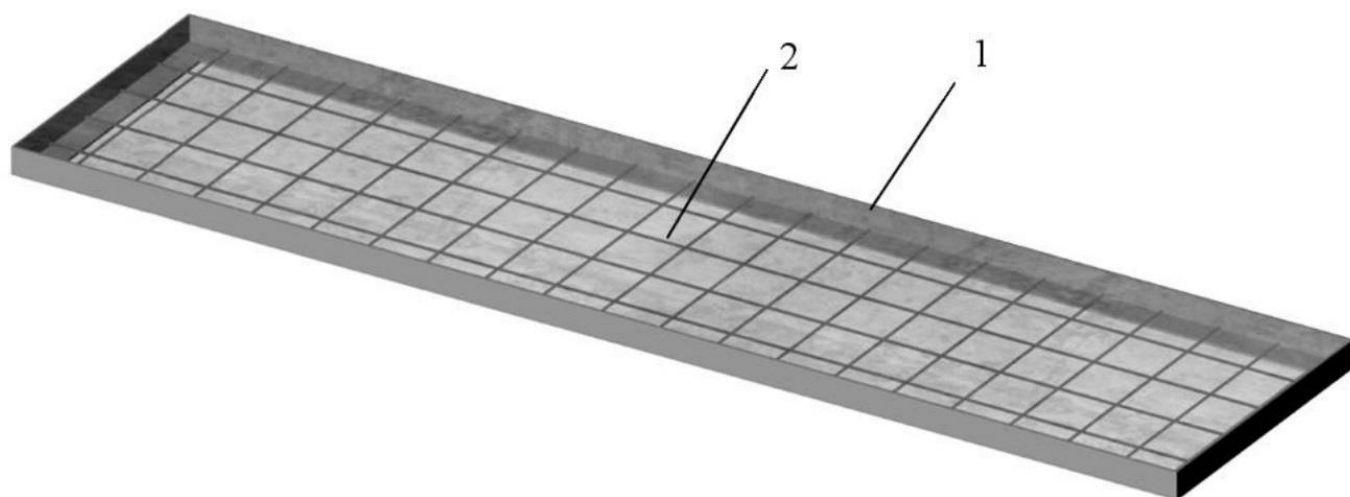


Рис. 1.10. Конструкція дослідних зразків серії ПМ50: 1 – сталеве обрамлення з кутиків; 2 – арматурна сітка  $\text{Ø}6$  А400, крок  $150 \times 150$

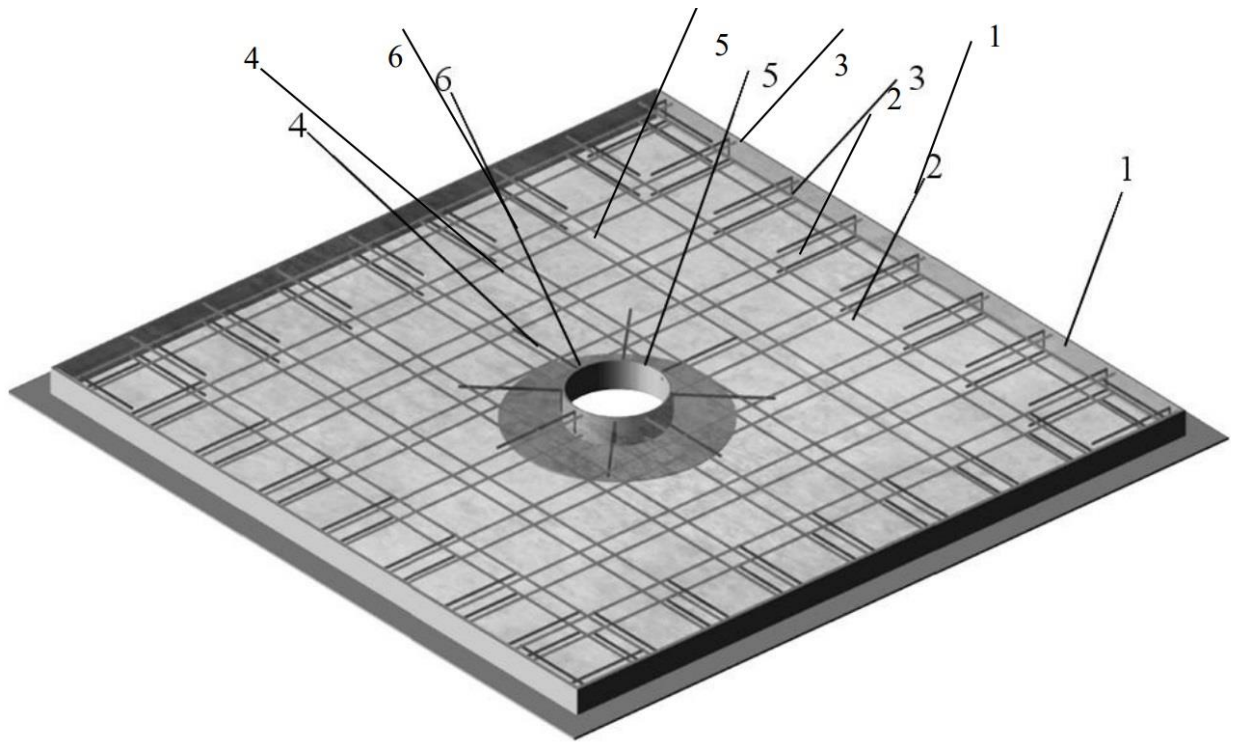


Рис. 1.11. Конструкції зразків серії ПН: 1 – сталеве обрамлення з кутиків; 2 – арматурна сітка  $\varnothing 6$  А400 крок  $150 \times 150$ ; 3 – П-подібні анкери  $\varnothing 8$  А400 крок 150; 4 – Г-подібні анкери  $\varnothing 8$  А400; 5 – металева труба  $164 \times 4$ ; 6 – опорний сталевий диск

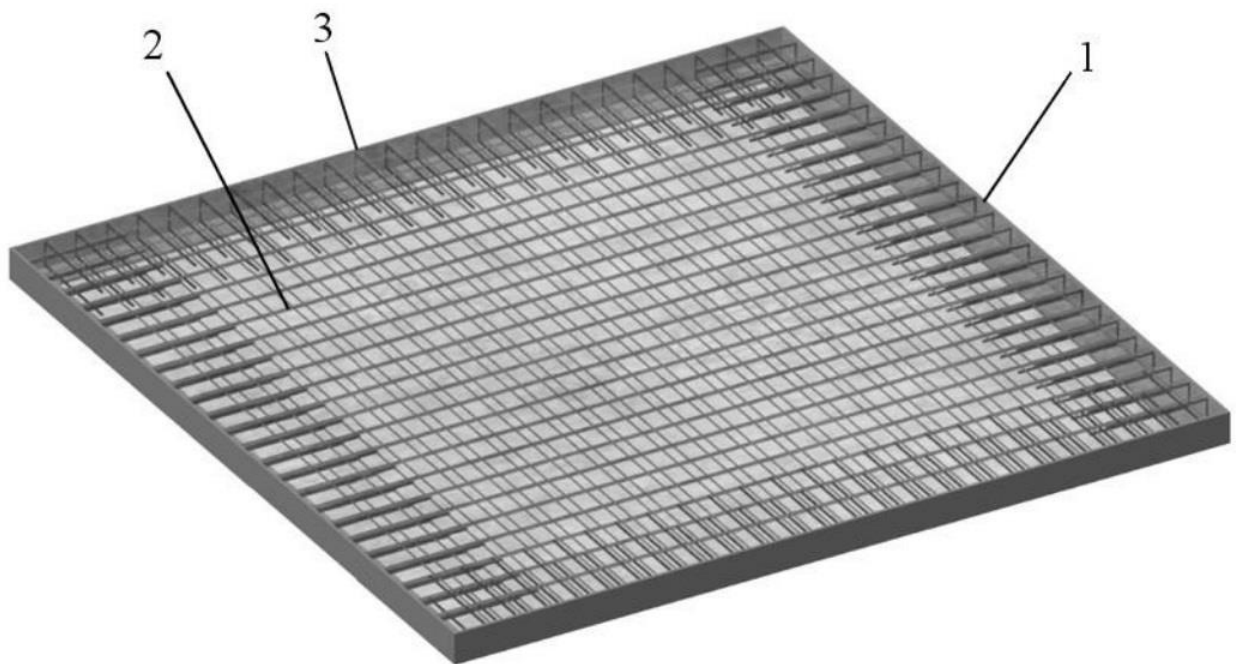


Рис. 1.12. Конструкції зразків серії ПВ: 1 – сталеве обрамлення з кутиків; 2 – арматурна сітка  $\varnothing 4$  В500, крок  $50 \times 50$ ; 3 – П-подібні анкери  $\varnothing 6$  А400, крок  $150 \times 150$

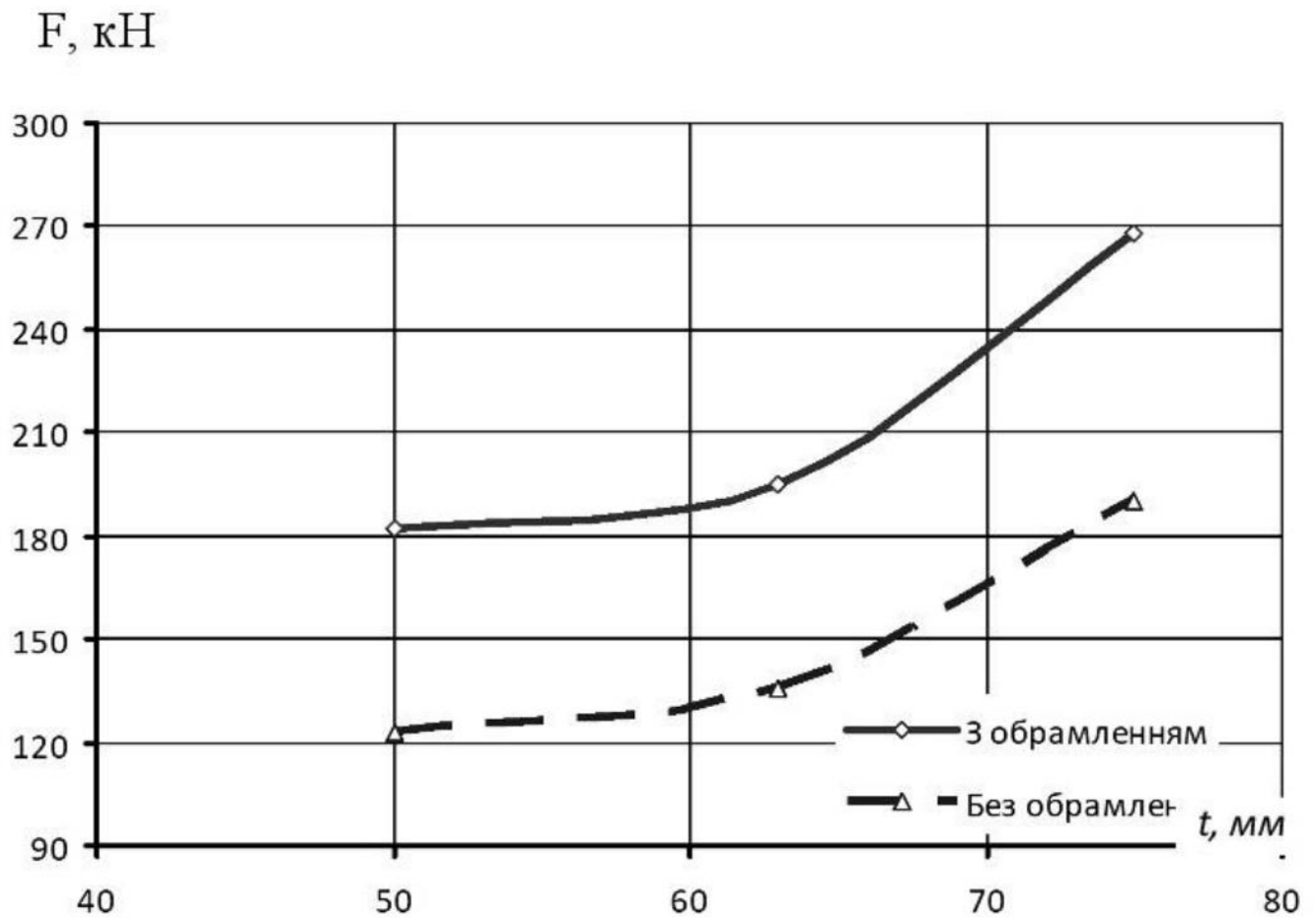


Рис. 1.13. Залежності значень несучої здатності від товщини плит

Окремі питання дослідження та проектування сучасних безбалкових перекриттів розглянуті в роботах [...].

На основі аналізу техніко-економічної ефективності сталезалізобетонних безбалкових перекриттів із застосуванням залізобетонних плит зі сталевим обрамленням встановлено, що їх використання є економічно обґрунтованим. Результати роботи були впроваджені у проектування та будівництво будівель та споруд різноманітного призначення.

## РОЗДІЛ 2

### МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ПЕРЕКРИТТІВ

У 1909 р. А. Ф. Лолейт та 1923 р. М. Я. Штаєрман до появи точніших способів розрахунку безбалкових перекриттів з проміжними колонами з капітелями запропонували свої практичні способи розрахунку.

За способом А. Ф. Лолейта все навантаження (постійне і тимчасове) вважається рівномірно розподіленим по всій площі перекриття і передається на плиту, що працює в обох напрямках. За однакових відстаней між колонами навантаження в обох напрямках є однаковим. З урахуванням нерозрізності визначені відповідні величини моментів в обох напрямках у прольотах і над опорами.

В розрахунковій схемі перекриття за спрощеним методом М. Я. Штаєрмана виділені плитні ділянки і умовні балки, що розташовані в обох напрямках у межах смуг, обмежених габаритами капітелей над колонами.

Такий підхід давав змогу порівняно із способом А. Ф. Лолейта зменшити значення максимальних розрахункових моментів на 18 % з відповідною економією арматури.

За теорією пружних сіток безбалкова плита перекриття розглядається як система елементів в обох напрямках, яка в місцях взаємного перетину повинна знаходитися у рівновазі із зовнішніми силами. У зв'язку із суттєвою складністю розрахунку за цією теорією був запропонований простіший, проте достатній для практики метод заміняючих жорстких рам. Цей метод передбачає розрахунок двохвзаємно перпендикулярних рам, які містять колони і частину перекриття в межах вантажної смуги. Розрахункова ширина ригеля кожної рами дорівнює півсумі прилягаючих з обидвох боків прольотів.

Лев'є, розвиваючи ідею Нав'є, запропонував розраховувати безбалкове перекриття з використанням тригонометричних рядів. Перекриття розглядається як плита, завантажена зверху рівномірно розподіленим навантаженням, що зрівноважують опорними реакціями знизу в межах площі капітелей колон.

Функцію зміни навантаження і реакцій Лев'є розклав у подвійний тригонометричний ряд, що суттєво ускладнило обчислення. За такого підходу використання цього методу на практиці було вкрай проблемним. Тому Лев'є склав таблиці, які враховували різні розрахункові схеми, що могли бути на практиці:

- відношення розмірів капітелей до прольоту;
- завантаження по всій площі і через один проліт;
- завантаження в шаховому порядку.

Проте запропонований Лев'є спосіб мав обмежене використання, оскільки був розроблений переважно для перекриттів з квадратною сіткою колон і шириною капітелей, що становила 30 % від прольоту.

Чіткішу і простішу теорію розрахунку безбалкових перекриттів з використанням бігармонійних рядів розробив Б. Г. Гальоркін. Такі перекриття він розглядав як пластину, навантажену зверху корисним навантаженням, а знизу – опорними реакціями капітелей. Як і в попередній теорії, приймалося що реактивні напруження в капітелях є рівномірно розподіленими по всій площі кожної капітелі [...]. Проте, на відміну від попередньої методики, Б. Г. Гальоркін запропонував розрахунок плити як пластини в бігармонійних рядах, які сходяться (дають збіжність) набагато швидше, ніж тригонометричні ряди Фур'є. Це суттєво спростило розрахунковий апарат, проте для використання на практиці було складним. Тому складені таблиці, які були прийнятними для інженерної практики і давали можливість визначити прогини і моменти в характерних точках плити перекриття, що вільно обпиралися на стіни по периметру і на проміжні колони з однаковою відстанню між ними.

Враховуючи значний досвід зведення безбалкових перекриттів, їх експлуатації результатів експериментальних досліджень, ЦНПС в 1933 р. розробив інструкцію по розрахунку і проектуванню безбалкових перекриттів, яку тривалий час використовували в практиці проектування таких перекриттів [...].

За цією Інструкцією можна було розраховувати два види перекриттів: плити зквдратною або прямокутною сіткою колон; плити з різними за величиною прольотами.

Тимчасове навантаження приймалося одночасно прикладеними по всій площі перекриття. Визначені за запропонованими формулами сумарні значення моментів розподіляються між надколонною і міжколонною (прольотною) смугами у кожному напрямку перекриття. Ширина надколонної і прольотної смуги приймалася рівними із значеннями  $0,5l$  ( $l$  – відстань між осями колон у відповідному напрямку).

Розрахунок безбалкових перекриттів з капітелями за стадією руйнування ґрунтується на комплексних експериментальних дослідженнях, проведених під керівництвом О. О. Гвоздева [...] за такими принципами: плита перекриття під час руйнування перетворюється на статично змінну систему, яка складається з окремих жорстких дисків, з'єднаних лінійними пластичними шарнірами; у момент руйнування напруження в арматурі в шарнірах досягають межі текучості; загальні деформації плити перед руйнуванням є малими порівняно з основними розмірами перекриття; на відміну від попередніх вище викладених методів розрахунку перекриттів з капітелями прийнято, що висота опорного перерізу, який розраховується як тавровий, є в 1,5–2 рази більшою ніж прольотного перерізу.

За результатами теоретично-експериментальних досліджень Т. Н. Азізов розробив практичні методи розрахунку збірних і монолітних залізобетонних перекриттів [...], зокрема: інженерну методику розрахунку зусиль у збірних перекриттях; визначення згинальних і крутних моментів, поперечних сил та переміщень в елементах перекриттів, розрахунок ребристих перекриттів за обвідними епюрами; методику визначення характеристик жорсткості для елементів залізобетонних перекриттів.

Огляд методів розрахунку монолітних та інших залізобетонних перекриттів показав [...], що для загального статичного розрахунку монолітних плит, що працюють в обидвох напрямках, у багатьох



пропозиціях використовують метод розрахунку тонких пружних пластин, прогин яких є співрозмірним з товщиною пластини [...]. Основою цього методу є диференціальні рівняння, що описують зігнуту поверхню пластини та залежності між моментами та деформаціями з використанням у всіх залежностях циліндричної жорсткості:

$$D \left( \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = q(x, y);$$

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

$$M_{xy} = -D(1 - \nu) \frac{\partial^2 w}{\partial x \cdot \partial y}; \quad D = \frac{E h^3}{12(1 - \nu^2)}.$$

У цих залежностях:

- $D$  – циліндрична жорсткість пластини (плити);
- $w = w(x, y)$  – функції прогинів (вертикальних переміщень) плити;
- $q(x, y)$  – функції інтенсивності розподіленого повсій площі плити навантаження;
- $M_x, M_y, M_{xy}$  – моменти в площинах XZ, YZ і відповідний крутний момент в перерізі (точці), що розглядається;
- $E$  – модуль пружності пластини (плити);
- $h$  – товщина плити;
- $\nu$  – коефіцієнт Пуассона.

Розв’язок диференціальних рівнянь можна отримати за допомогою підбору спеціальних функцій, що задовольняють граничні умови по контуру пластини. Здебільшого це тригонометричні функції, використання яких дає можливість визначити момент і прогини для пластин правильної (симетричної) форми в плані – квадратні, прямокутні, круглі тощо.

Проте треба зауважити, що ці розв'язки (подані часто у табличній формі) ґрунтуються на припущенні пружної роботи матеріалу. Модуль пружності залізобетонної плити виражений лише через початковий модуль пружності бетону. Виникнення тріщин у розтягнутій зоні, пластичність бетону, наявність арматури суттєво впливають на перерозподіл зусиль, визначеній на початковій стадії вприпущенні пружної роботи матеріалів.

Класичні рівняння плоскої пружної пластини є основними (вихідними), що використовують для залізобетонних і сталезалізобетонних перекриттів різного типу. Так, для описання напружено-деформованого стану міжколонних плит сталезалізобетонного перекриття [...] вирішення рівняння (1) записано у вигляді подвійних тригонометричних рядів (рішення Нав'є). За умови  $L_1 = L_2 = L$ :

$$W_{(x,y)} = \frac{16q_0(L-2a)^4}{\pi^6 D} \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{\sin \frac{m\pi x}{a} \sin \frac{n\pi y}{a}}{mn(m^2 + n^2)^2},$$

де  $m, n$  – цілі непарні числа (1, 3, 5, ...);  $L_1, L_2$  – відстань між осями колон;  $a$  – розмір консольної частини плити;  $q(x, y) = q_0$  – рівномірно розподілене навантаження.

А. С. Семченков розробив технічну теорію напівмоментної конструктивно-ортотропної плити для розрахунку диску перекриття із збірних залізобетонних плит [...]. Внаслідок незначного впливу поперечної згинальної жорсткості в напрямку, перпендикулярному до осі плит, циліндричну жорсткість у напрямку  $Y$  автор прийняв нульовою. За такої умови вихідне диференціальне рівняння згину спрощується і має вигляд:

$$D_x \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2H \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} = q,$$

де  $H = 2(D_{yx} + D_{xy}) + \nu_x D_y + \nu_y D_x$

Тут  $D_x, D_y, D_{xy}, D_{yx}$  – жорсткості на згин і на кручення для головних напрямків пружності;  $\nu_x, \nu_y$  – коефіцієнти Пуассона при розтягові в напрямку  $X$  та  $Y$ .

Для розрахунку монолітних залізобетонних перекриттів з розташуванням балок в обох напрямках можна використати в спрощеному вигляді теорію, розроблену для розрахунку плити (пластини) подвійного дна судна. Така конструкція прийнята у вигляді конструктивно-ортотропної пластини, тобто пластини, в якій різниця жорсткостей зумовлена різницею поперечних перерізів у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Прийнято низку припущень: для балок обох напрямків наявна гіпотеза плоских перерізів; кількість балок в обидвох напрямках є значною; балки обидвох напрямків є однаковими; по товщині настилів напруження розподілені рівномірно; товщина настилів і загальна висота пластини є постійними.

За таких умов диференціальне рівняння згину та вирази для жорсткостей уздовж головних напрямків пружності в принципі є подібним до рівнянь, що отримав С. Г. Лехніцький для пластин, підкріплених ребрами [...]:

$$D_1 \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + D_3 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} + D_2 \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} = q(x, y);$$

$$D_1 = \frac{E \cdot I_1}{b_0(1 - \mu^2)}; D_2 = \frac{E \cdot I_2}{a_0(1 - \mu^2)}; D_3 = 2D_k + D_1\mu_2 = 2D_k + D_2\mu_1.$$

Для визначення жорсткості на кручення запропоновано залежність:

$$D_k = \frac{G \cdot t_1 \cdot t_2}{t_1 + t_2} h^2.$$

Тут  $E$ ,  $G$ ,  $\mu$  – пружні постійні величини ізотропного матеріалу перекриття;  $I_1$ ,  $I_2$  – моменти інерції поздовжніх та поперечних зв'язків перекриття з приєднаними смугами верхнього та нижнього настилів шириною  $a_0$  та  $b_0$  відповідно;  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $h$  – товщина верхнього та нижнього шарів та загальна висота плити.

Коефіцієнти Пуассона ортотропної пластини, наближеної за конструктивною схемою до залізобетонного перекриття, приймаються однаковими.

Одним з найбільш прийнятних і максимально наближених до розрахунку реальних плоских монолітних залізобетонних перекриттів з вставками слід вважати метод, що його запропонував В. І. Євстаф'єв [...]. Він ґрунтується на таких припущеннях: перекриття з вставками розглядається як тришарове і приводиться до тонкої однорідної по товщині ортотропної пластини з незначними прогинами; конфігурація в плані й умови обпирання перекриття можуть бути довільними (проте розглянуто лише випадок взаємно-перпендикулярних в плані балок в обох напрямках); напрямки балок та осі ортотропної пластини збігаються; сталевий і бетонний матеріал перекриття, неоднорідний за властивостями і розподілу потовщині, зводяться до умовно однорідного через приведені модулі пружності  $E_{red,x}, E_{red,y}$  і модуль зсуву  $G_{red}$ .

Значення приведених модулів пружності в обох напрямках визначають з виразу циліндричних жорсткостей перекриття.

$$D_x = \frac{E_{red,x} \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)} = \frac{1}{b_{f,x}(1 - \mu^2)} E_b \cdot I_{red,x};$$

$$D_y = \frac{E_{red,y} \cdot h^3}{12(1 - \mu^2)} = \frac{1}{b_{f,y}(1 - \mu^2)} E_b \cdot I_{red,y},$$

де  $b_{f,x}, b_{f,y}$  - ширина розрахункових перерізів по осях X, Y;  $E_b$  - початковий модуль пружності бетону.

Момент інерції розрахункового перерізу в загальному випадку визначають за відомими залежностями опору матеріалів з врахуванням відношення модулів пружності арматури і бетону:

$$I_{red} = \sum I_j = \sum_{A_j} \int x^2 dA.$$

Проте розроблений у роботі [...] розрахунковий апарат ґрунтується на припущенні пружної роботи перекриття і потребує ітераційних обчислень. Він не враховує тріщиноутворення і пластичних властивостей бетону, що зумовлюють значний вплив на роботу перекриття і перерозподіл зусиль.

Для розрахунку окремих конструктивних елементів перекриттів можна використати рекомендації, розроблені в роботах [...].

На відміну від найпоширенішого зараз методу скінчених елементів, який використовують для розрахунку будівельних конструкцій різного призначення, автори роботи [...] розробили новий точніший аналітично-числовий метод – методмакроелементів ММЕ. Його подано на прикладі конструкції з двох прямокутних плит, що лежать на пружній основі Вінклера.

В публікації [...] розглянуто вплив динамічного навантаження на міцність, деформативність і мікротріщиноутворення бетону при його одно- і двовісному стисканні. В роботі [...] подана ортотропна модель бетону, що зазнає двовісного і тривісного динамічного навантаження. В публікаціях [...] подано результати досліджень під високошвидкісним динамічним навантаженням. Проте, як і в роботі [...], розглянуті динамічні впливи не є характерними для плитних залізобетонних конструкцій, що розглядаються.

За результатами досліджень [...] запропоновано модель, що описує співвідношення напружень і деформацій при двовісному стисканні. Проте вона стосується переробленого бетону і не може бути використана для звичайного бетону.

Дослідження на двовісне стискання [...] проводили на спеціальному пристрої, який дозволив керувати режимом деформації шляхом зміни характеристик жорсткості. Проте отримані результати можуть бути використані для аналізу методів обчислення статично невизначених систем.

Дванадцятирічні дослідження бетону під двовісним навантаженням показали, що коефіцієнт повзучості Пуассона є приблизно постійним в часі, а модуль Юнга значно збільшується [...]. Проте поданий в статтях аналітичний опис цих змін є складним для використання.

В дослідженнях [...] випробовували двовісно напружений бетон значної міцності – від 58 до 94 МПа. Проте отримані значення коефіцієнтів напружень не можна використати для плитних залізобетонних конструкцій,

міцність бетону яких є в 2...3 рази меншою від дослідного бетону. За результатами випробувань кубічних (10·10·10 см) зразків в дослідженнях [...] обґрунтовано критерії відмови бетону при двовісному і тривісному стисканні. Але запропоновані п'яти- і шестипараметричні моделі міцності бетону є складними для використання в інженерних розрахунках. Експериментально-теоретичні дослідження деформування бетону за двовісно-напруженого стану [...] стосувалися лише бетону і були використані для розрахунку балок, що лежать на податливій основі.

Пропозиції щодо розрахунку монолітних плоских залізобетонних перекриттів та інших плитних конструкцій з однонаправленим розташуванням вставок, що висвітлені в публікації [...], стосуються визначення жорсткісних характеристик плит в обидвох напрямках при їх загальному статичному розрахунку, але без врахування змінених характеристик бетону.

З наявних літературних джерел можна зробити висновок, що відсутні обґрунтовані розрахункові схеми та аналіз напружено-деформованого стану, які можна використати для розрахунку плитних конструкцій з двома напрямками розташування вставок з врахуванням двовісної роботи бетону.

## РОЗДІЛ 3

### РОЗРАХУНОК БЕЗБАЛКОВИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТЯ

У розділі представлені приклади розрахунків безбалочних плит перекриття за першою та другою групами граничних станів, а також методи визначення внутрішніх зусиль для подальших розрахунків методом граничної рівноваги.

Як приклад розроблена просторова каркасна конструкція безбалочного каркаса, з розмірами прогонового осередку  $7,2 \times 6$  м. Каркас являє собою 2-поверхову 5-прогонову у взаємно-перпендикулярних напрямках споруду із загальним габаритом у плані  $36 \times 30$  м (L×B) . Висота поверху 3 м. Плита прийнята завтовшки 200 мм, колони  $400 \times 400$  мм.

Для визначення внутрішніх зусиль розрахуємо прийнятий каркас методом кінцевих елементів (МКЕ) та методом рам, що замінюють.

Моделювання розрахункової схеми каркасу, що несе, на основі кінцевих елементів і розрахунок виконаний з використанням програмного комплексу Ліра-САПР 2013. Моделювання виконаємо в лінійній (пружній) та нелінійній (непружній) постановках задачі.

В якості розрахункової моделі використана просторова стрижнева модель, в якій колони задані універсальними просторовими стрижневими елементами (КЕ тип 10), а залізобетонні плити перекриттів задані універсальними чотирикутними елементами оболонки (КЕ тип 44) з кроком триангуляційної сітки 0,2 м. зон спирання плити перекриття на колони виконано за допомогою про «Абсолютно жорстких тіл (АЖТ)». Врахування непружної роботи (фізична нелінійність) враховано побічно, за допомогою знижених значень модуля пружності матеріалів відповідно до ДСТУ Б В.2.6-156:2010. Модуль пружності для КЕ плит приймається зниженим з коефіцієнтом 0,3 (при обчисленні зусиль) та 0,2 (при обчисленні переміщень), що враховує повзучість бетону та наявність тріщин. Модуль пружності для вертикальних елементів приймається з коефіцієнтом 0,6, що враховує лише повзучість бетону.

При моделюванні нелінійної моделі як робочі діаграми прийняті спрощені дволінійні діаграми на кшталт діаграм Прандтля. При цьому точка діаграми, що відповідає максимальній деформації арматури, піднята щодо точки перелому дволінійної діаграми на величину, що утворюється нахилом другої гілки діаграми на кут, що дорівнює  $1^\circ$ . Моделювання зон спирання плити перекриття на колони виконано без створення проекції тіла колони в сітці кінцевих елементів плити (створення абсолютно жорстких тіл (АЖТ) не передбачено самим розрахунковим комплексом Ліра в рамках нелінійного завдання).

Вузли основи колон першого поверху закріплені жорстко за всіма 6-ма ступенями свободи.

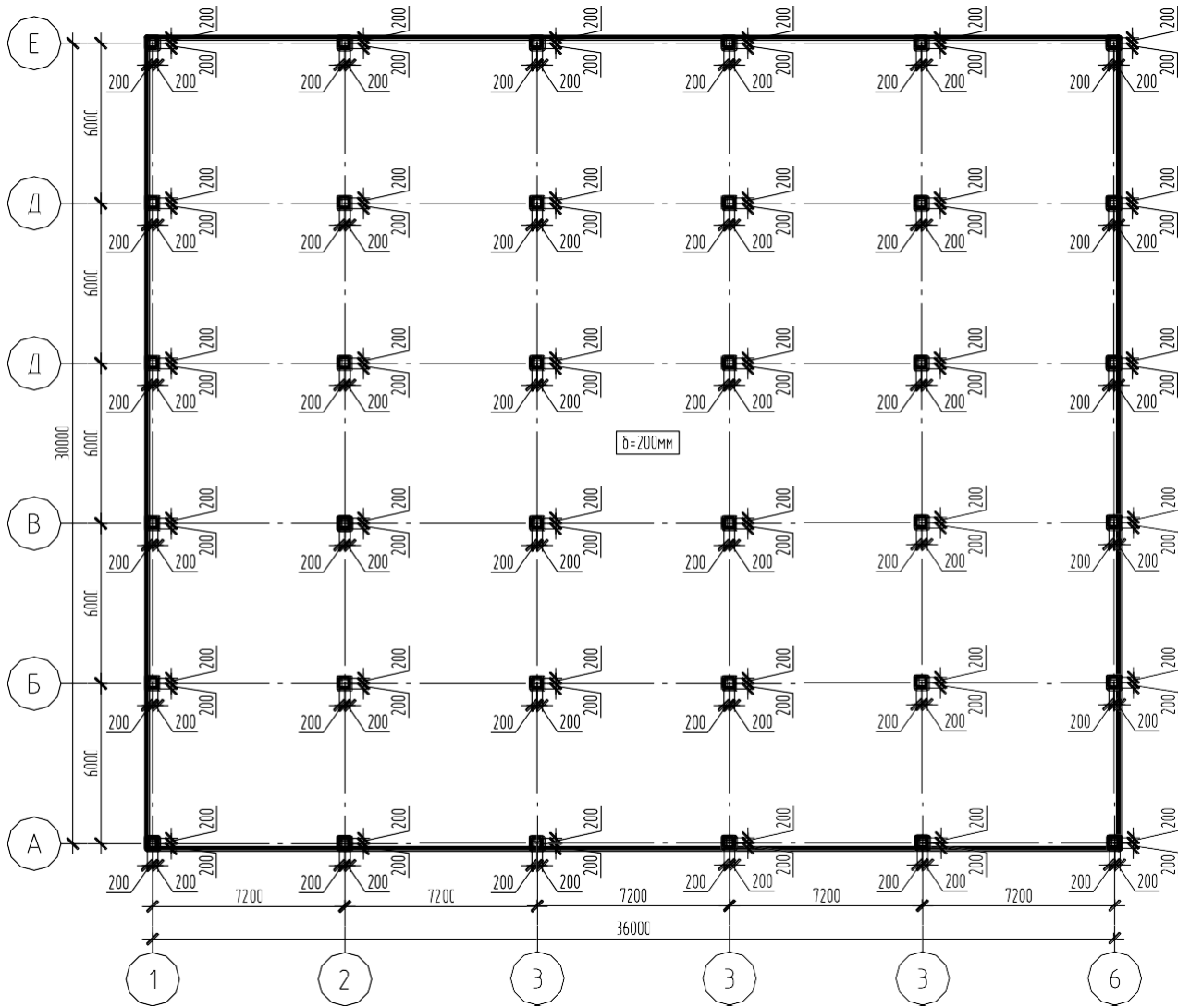
В результаті виконання комплексу розрахунків отримано зусилля та переміщення у всіх конструктивних елементах розрахункової схеми.

Далі було виконано комплекс статичних розрахунків за першою та другою групами граничних станів, та проведено аналіз напружено-деформованого стану елементів плити з точки зору виконання діючих норм та вимог.

Для розрахунку моделі споруди прийнято такі навантаження:

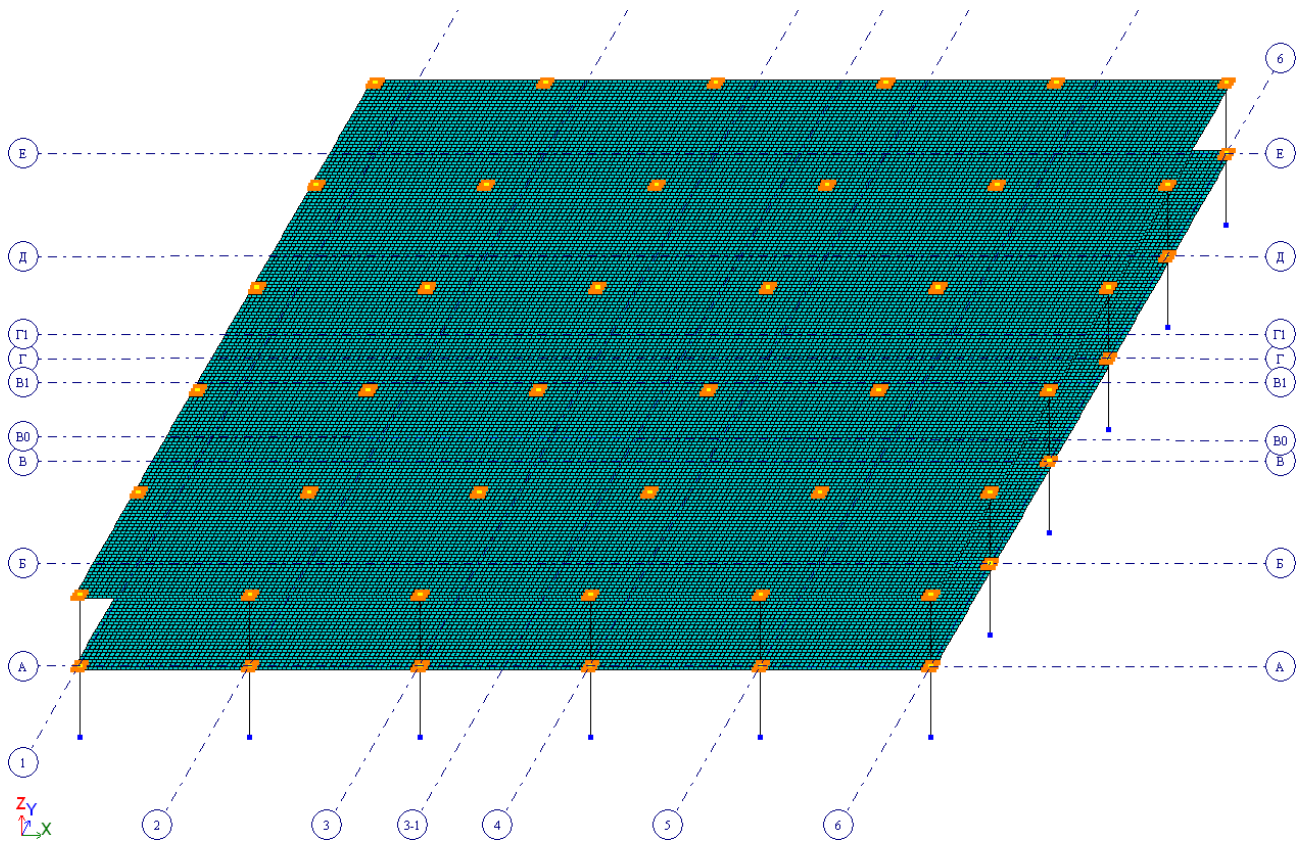
	Склад	Товщина, м	Плотність матеріалу (кг/м <sup>3</sup> )	Нормат. значення нагрузки (кг/м <sup>2</sup> )	$\gamma_c$	Розрахункове значення нагрузки, (кг/м <sup>2</sup> )
1	Монолітна ЗБ плита	0,20	2500,00	500,00	1,10	550,00
2	Підлоги	0,10	2000,00	200,00	1,30	260,00
3	Перегородки	-	-	65,00	1,30	84,50
Загальна постійна				765,00		894,50
Тимчасова	ДБН В.1.2-2:2006			200,00	1,20	240,00
	Разом			965,00		1134,50





Малюнок 1 – Схема розташування вертикальних та горизонтальних несучих елементів каркасу

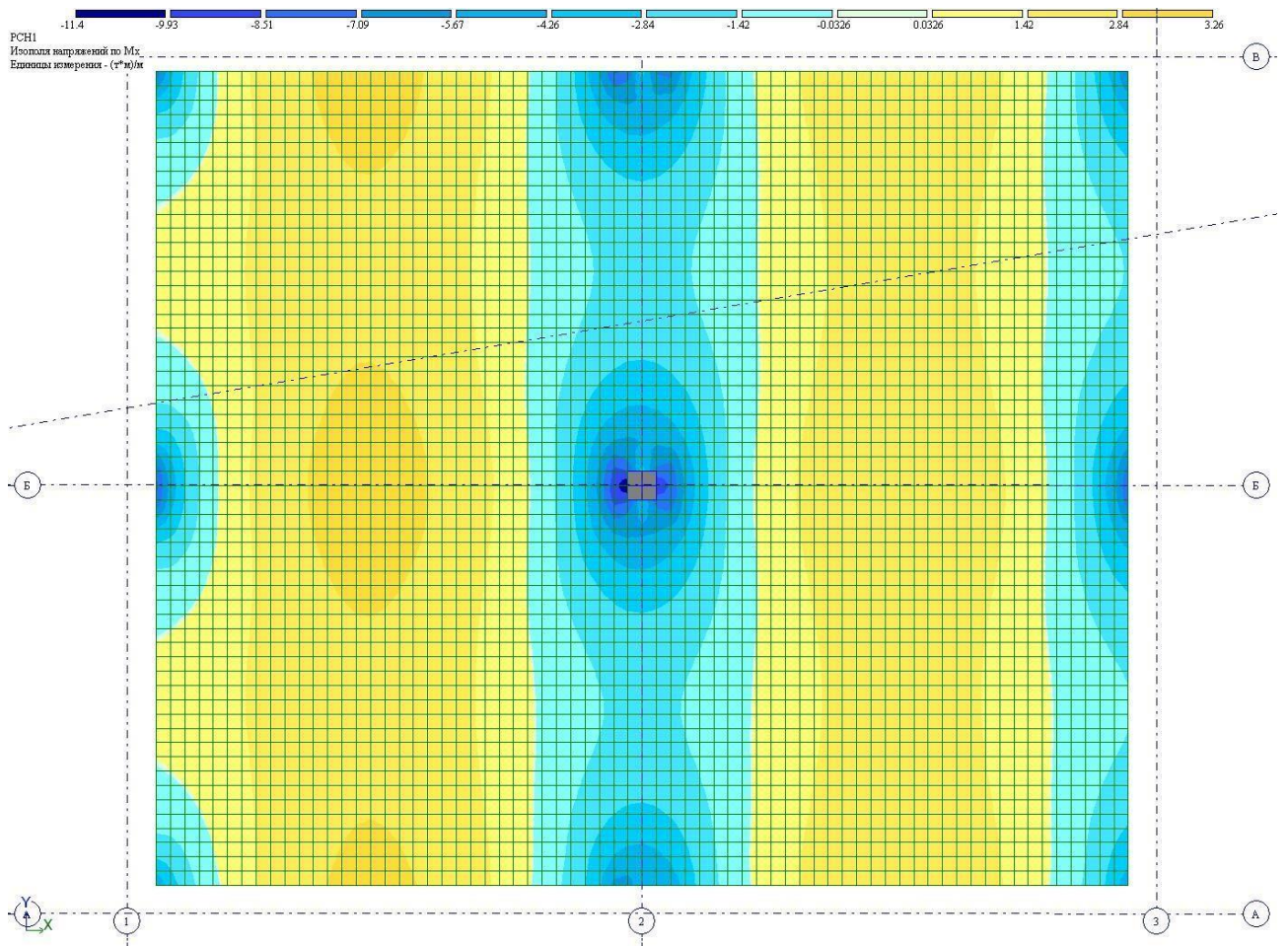
## Метод кінцевих елементів



Малюнок 2 – Звичайно-елементна модель каркасу (МКЕ). Загальний вигляд

Для оцінки міцності, тріщиностійкості та деформативності конструкцій каркасу споруди розглянуто нормативні та розрахункові поєднання навантажень. При цьому розглянуто окремо нормативні короточасні та нормативні тривалі поєднання навантажень.

В результаті розрахунку кінцево-елементної моделі отримаємо такі ізополя згинальних моментів (фрагмент):



Малюнок 3 – Ізополь згинальних моментів  $M_x$  від повних розрахункових навантажень

Розглянемо розрахунок міцності нормального перерізу плити в зоні спирання на колону за вказівками ДБН В.2.6-98:2009 на дію максимального моменту, що згинає.

Розрахунок виконаємо для опорної ділянки перекриття, розташованої в осях 2/Б.

Як основне армування плити (по всій площі плити) приймемо горизонтальне армування з арматури класу А500С у вигляді стрижнів діаметром 12 мм із кроком 200 мм. Також у розглянутій опорній зоні встановимо додаткове армування зі стрижнів діаметром 25 мм з кроком 200 мм, яке необхідно з розрахунку по другій групі граничних станів (тріщиностійкість).

Клас бетону по міцності на стиск C25/30.

Початкові дані:

Захисний шар:

$$- a_s = 3 \text{ см} = 3/100 = 0,03 \text{ м};$$

$$- a'_s = 3 \text{ см} = 3/100 = 0,03 \text{ м};$$

Площа ненапруженої найбільш розтягнутої поздовжньої арматури:

(Стрижнева арматура, діаметром 12 мм, 5 шт. та діаметром 25 мм, 5 шт.):

$$- A_s = 30,19 \text{ см}^2 = 30,19/10000 = 0,00302 \text{ м}^2;$$

Площа ненапруженої стиснутої або найменш розтягнутої поздовжньої арматури:

(Стрижнева арматура, діаметром 12 мм; 5 шт.):

$$- A'_s = 5,7 \text{ см}^2 = 5,7/10000 = 0,00057 \text{ м}^2;$$

Розміри перерізу:

$$- h = 20 \text{ см} = 20/100 = 0,2 \text{ м};$$

$$- b = 100 \text{ см} = 100/100 = 1 \text{ м};$$

Зусилля:

$$- M = 11,4 \text{ тс}\cdot\text{м} = 11,4/101,97162123 = 0,1118 \text{ МН}\cdot\text{м};$$

Результати розрахунку:

1) Розрахунковий опір бетону

Клас бетону - C25/30.

$$R_{bn} = 18,5 \text{ МПа.}$$

$$R_{btn} = 1,55 \text{ МПа.}$$

$$R_b = 14,5 \text{ МПа.}$$

$$R_{bt} = 1,05 \text{ МПа.}$$

$$V = 25.$$

2) Урахування особливостей роботи бетону у конструкції

$$g_{b1} = 1.$$

$$g_{b3} = 1.$$

$$g_{b4} = 1.$$

$$g_{b5} = 1.$$

$$m_{kp} = 1.$$

$$R_b = g_{b1} \cdot g_{b3} \cdot g_{b4} \cdot g_{b5} \cdot R_b = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 14,5 \text{ МПа.}$$

$$R_b = m_{kp} \cdot g_{b1} \cdot g_{b3} \cdot g_{b4} \cdot g_{b5} \cdot R_b = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 14,5 = 14,5 \text{ МПа.}$$

$$R_{bt} = g_{b1} \cdot R_b = 1 \cdot 1,05 = 1,05 \text{ МПа.}$$

$$R_{bt} = m_{kp} \cdot g_{b1} \cdot R_b = 1 \cdot 1 \cdot 1,05 = 1,05 \text{ МПа.}$$

3) Розрахункові значення міцнісних характеристик арматури

Клас ненапруженої поздовжньої арматури – A500С

$$R_s = 435 \text{ МПа.}$$

Так як  $g_{b1} \geq 1$ .

$$R_{sc} = 400 \text{ МПа.}$$

$$R_s = m_{kp} \cdot R_s = 1 \cdot 435 = 435 \text{ МПа.}$$

$$R_{sc} = m_{kp} \cdot R_{sc} = 1 \cdot 400 = 400 \text{ МПа.}$$

4) Значення модуля пружності арматури

$$E_s = 200000 \text{ МПа.}$$

5) Визначення значення початкового модуля пружності бетону

$$E_b = 30000 \text{ МПа.}$$

б) Визначення граничної відносної висоти стиснутої зони

$$e_{s,el} = R_s/E_s = 435/200000 = 0,00218.$$

Так як  $g_{b1} \geq 1$ .

$$e_{b2} = 0,0035.$$

$$x_R = 0,8/(1 + e_{s,el}/e_{b2}) = 0,8/(1 + 0,00218/0,0035) = 0,49296.$$

7) Розрахунок згинальних елементів

$$R_s \cdot A_s = 435 \cdot 0,00302 = 1,31327 \text{ МН} > R_{sc} \cdot A'_s = 400 \cdot 0,00057 = 0,228 \text{ МН:}$$

$$x = (R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s)/(R_s \cdot b) = (435 \cdot 0,00302 - 400 \cdot 0,00057)/(14,5 \cdot 1) = 0,07485 \text{ м}$$

$$h_0 = h - a_s = 0,2 - 0,03 = 0,17 \text{ м}$$

$$x = x/h_0 = 0,44029 \leq x_R = 0,49296.$$

$$M_{ult} = R_b \cdot b \cdot x(h_0 - 0,5 \cdot x) + R_{sc} \cdot A'_s(h_0 - a'_s) =$$

$$= 14,5 \cdot 1 \cdot 0,07485 \cdot (0,17 - 0,5 \cdot 0,07485) + 400 \cdot 0,00057 \cdot (0,17 - 0,03) =$$

$$= 0,17581 \text{ МН} \cdot \text{м}.$$

$M = 0,1118 \text{ МН} \cdot \text{м} \leq M_{ult} = 0,17581 \text{ МН} \cdot \text{м}$  (63,59138% від граничного значення) - умова виконана.

Умови міцності дотримуються, однак згідно з результатами розрахунку, значення відносної висоти стиснутої зони  $x=0,44$  перевищує рекомендоване максимальне значення  $x_{тах}$ , що дорівнює  $0,7 \cdot x_R = 0,7 \cdot 0,49 = 0,34$ .

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно - технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Роботодавець – власник підприємства, установи, організації або уповноважений ним орган, незалежно від форм власності, виду діяльності, господарювання, і фізична особа, яка використовує найману працю.

Працівник – особа, яка працює на підприємстві, в організації, установі та виконує обов'язки або функції згідно з трудовим договором (контрактом).

Визначення поняття охорони праці дається в ст. 1 Закону України від 14 жовтня 1992 р. «Про охорону праці». В поняття охорони праці входять і всі ті заходи, що спеціально призначені для створення особливих полегшених умов праці для жінок і неповнолітніх, а також працівників зі зниженою працездатністю.

Охорону праці і здоров'я громадян віднесено до пріоритетних напрямків соціальної політики України. Так, Конституція України одним з основних соціальних прав громадян визначає право кожного на належні, безпечні й здорові умови праці, встановлює, що використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах забороняється.

Згідно зі ст. 6 Закону України «Про охорону праці» умови трудового договору не можуть містити положень, які не відповідають законодавчим та

іншим нормативним актам про охорону праці. Сутність гарантій полягає в тому, що законодавство про охорону праці встановлює відповідні стандарти та нормативи, права та обов'язки щодо створення безпечних і нешкідливих умов

праці, які є обов'язковими для сторін трудового договору при визначенні його змісту. Тому умови, які погіршують правове становище працівників порівняно із законодавством про охорону праці, визнаються недійсними.

Попередження порушень правил охорони праці можна поділити на організаційні та технічні заходи.

Організаційні заходи – якісне проведення інструктажу та навчання робітників, залучення їх до роботи за спеціальністю, здійснення постійного керівництва та нагляду за роботою; організація раціонального режиму праці і відпочинку; забезпечення робітників спецодягом, спецвзуттям, особистими засобами захисту; виконання правил експлуатації обладнання.

Технічні заходи – раціональне архітектурно-планувальне рішення при проектуванні і будівництві виробничих будівель згідно санітарних, будівельних і протипожежних норм і правил; створення безпечного технологічного і допоміжного обладнання; правильний вибір і компонування обладнання у виробничих приміщеннях відповідно до норм і правил безпеки та виробничої санітарії; проведення комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів, створення надійних технічних засобів запобігання аваріям, вибухам і пожежам на виробництві; розробка нових технологій, що виключають утворення шкідливих і небезпечних факторів та інше.

Важливим у забезпеченні безпечної праці і запобіганні травматизму на виробництві є фактори особистого характеру - знання керівником робіт особистості кожного працівника, його психіки і особливостей характеру, медичних показників і їх відповідності параметрам роботи, ставлення до праці, дисциплінованості, задоволеності працею, засвоєння навичок безпечних методів роботи, знання норм і правил з охорони праці і пожежної безпеки, його ставлення до інших робітників і всього колективу.

Результати профмедогляду працівників у вигляді заключення фахівців про можливість допуску працівника до роботи заносяться в їх медичні довідки, які повинні зберігатися у роботодавця.

#### **4.1. Охорона праці під час зведення споруди**

Під час зведення будівельних об'єктів повинні бути вжиті заходи для запобігання впливу на працівників та населення, яке перебуває на прилеглій до будівельного об'єкта території, небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За можливості впливу таких факторів необхідно розробити та реалізувати заходи відповідно до вимог цих Норм, інших нормативних документів, нормативно-правових актів.

Вимоги до заходів із забезпечення безпеки праці необхідно зазначити у проектно-технологічній документації - проектах організації будівництва - ПОБ, проектах виконання робіт – ПВР. Виконання будівельно-монтажних робіт без ПВР забороняється.

Організація і виконання будівельно-монтажних робіт повинні відповідати вимогам:

- законодавства України про охорону праці (далі - законодавство);
- природоохоронного законодавства;
- нормативно-правових актів, що містять вимоги з охорони праці;
- державних стандартів системи стандартів безпеки праці (ССБП);
- державних будівельних норм (ДБН);
- правил безпечного зведення та безпечної експлуатації будинків і споруд;
- галузевих правил і типових інструкцій з охорони праці, що затверджені у визначеному порядку;
- гігієнічних нормативів, санітарних правил і норм, затверджених Міністерством охорони здоров'я України.



Під час виконання будівельно-монтажних робіт в умовах впливу шкідливих і небезпечних факторів з використанням технологічного оснащення, устаткування, транспортних засобів, стосовно яких вимоги безпечного виконання робіт згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» не передбачені, необхідно застосовувати технічні рішення і дотримуватись правил безпеки праці, що зазначені в інших нормативних документах, інструкціях та проектно-технологічній документації.

Розробляти проектно-технологічну документацію можуть тільки організації та фахівці, які мають ліцензію на виконання таких робіт.

Експертиза є обов'язковою і здійснюється організаціями, що мають право на виконання такого виду робіт.

Вимоги безпеки праці нормативно-правових актів і відомчих нормативних документів не повинні суперечити положенням ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Замовник за 30 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний повідомити територіальний орган Держгірпромнагляду про дату початку робіт за формою згідно з додатком Н ДБН А.3.1-5. Виконанню основних будівельно-монтажних робіт на об'єктах будівництва повинен передувати комплекс підготовчих заходів і робіт згідно з 1.5 ДБН А.3.1-5.

Завершення цих робіт згідно з додатком Н ДБН А.3.1-5 підтверджується актом комісії про закінчення поза майданчикових і внутрішньо майданчикових підготовчих робіт і готовність об'єкта до початку будівництва.

Відповідно до цього додатка керівник ген підрядної організації за 10 робочих днів до початку основних будівельно-монтажних робіт зобов'язаний проінформувати членів цієї комісії та представника територіального органу Держгірпромнагляду про дату і місце її роботи. Комісії необхідно надати:

а) ліцензії ген підрядних та субпідрядних організацій на виконання робіт за видами відповідно;

б) документи про перевірку знань з безпеки праці інженерно-технічного

персоналу;

в) документи працівників, що підтверджують право виконання робіт з підвищеною безпекою;

г) відомості про забезпечення працівників будівельного об'єкта незалежно від форми власності санітарно-побутовими приміщеннями;

д) дозвіл на виконання робіт з підвищеною безпекою;

е) проект виконання підготовчих робіт згідно з 3.1 ДБН А.3.1-5.

Роботодавці незалежно від форм власності будівельних організацій зобов'язані забезпечити дотримання цих норм і правил працівниками організацій.

Функціональні обов'язки посадових осіб та інших працівників підприємства з безпеки праці повинні бути затверджені керівником організації.

Роботодавець повинен забезпечити зайнятих на будівництві працівників санітарно-побутовими приміщеннями.

Норми потреби у площах цих приміщень зазначено у ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві». Мешкати у тимчасових санітарно-побутових приміщеннях на території будівельних майданчиків заборонено. Під час виконання робіт на території населених пунктів використовувати вахтовий метод організації робіт заборонено.

У разі виконання робіт мобільними будівельними підрозділами у польових умовах для тимчасового проживання робітників необхідно влаштовувати вахтові містечка, які слід передбачати під час розроблення ПОБ.

Будівельні майданчики, робочі ділянки, робочі місця повинні бути забезпечені необхідними засобами колективного та індивідуального захисту, первинними засобами пожежогасіння, а також засобами зв'язку та сигналізації.

Згідно зі ст. 8 Закону «Про охорону праці» (далі - Закону) на роботах із шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із

забрудненням, несприятливими метеорологічними умовами, працівникам видаються безплатно (за кошти роботодавця) спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту відповідно до НПАОП 0.00-4.01, НПАОП 45.2-3.01.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі трудової діяльності відповідно до ст. 18 Закону та НПАОП 0.00-4.12 повинні проходити за рахунок роботодавця навчання і перевірку знань із питань охорони праці, надання першої долікарської допомоги потерпілим у разі нещасного випадку або аварії.

Відповідальність за дотримання вимог безпеки під час експлуатації машин, електро- та пневмоінструменту, а також технологічного оснащення покладається:

- за технічний стан машин, інструменту, технологічного оснащення включно із засобами захисту - на організацію (особу), на балансі (у власності) якої вони знаходяться, а у разі їх передачі у тимчасове користування (оренду) - на організацію (особу), визначену договором;
- за безпечне виконання робіт - на організації, які виконують роботи.

Під час виконання робіт на будівельних об'єктах кількома організаціями генпідрядник, а у разі залучення замовником підрядників за прямими договорами замовник повинен визначити одну з підрядних організацій відповідальною за охорону праці на об'єкті, яка зобов'язана:

- здійснювати допуск до виконання робіт лише тих субпідрядників (підрядників), які мають дозвіл на виконання робіт підвищеної небезпеки;
- спільно з субпідрядниками (підрядниками), які залучаються до виконання робіт, розробити графік виконання сумісних робіт, заходи безпечного виконання робіт. Ці заходи є обов'язковими для всіх організацій, які беруть участь у будівництві;
- перед початком робіт визначити небезпечні зони на будівельному майданчику та позначити їх відповідними знаками;
- координувати дотримання виконавцями вимог з охорони праці;
- контролювати дотримання працівниками субпідрядних організацій

рішень із питань охорони праці;

- забезпечити унеможливлення допуску на об'єкт будівництва сторонніх осіб;
- забезпечити реєстрацію всіх осіб, які входять на об'єкт будівництва або виходять з нього.

У разі одночасного виконання робіт генпідрядником і субпідрядниками (підрядниками) забезпечення виконання заходів з охорони праці загального характеру (улаштування огорожі будівельних майданчиків, зон дії небезпечних факторів, дверних прорізів ліфтових та вентиляційних шахт, технологічних прорізів у перекриттях, покриттях тощо; улаштування захисних козирків і сіток, забезпечення місць загального користування освітленням та плакатами з безпеки праці, знаками безпеки) є обов'язком генпідрядника.

Недотримання генпідрядником цих вимог не знімає відповідальності з субпідрядника (підрядника) за порушення ним правил і норм безпеки праці під час виконання робіт і можливі у зв'язку з цим нещасні випадки.

Дотримання безпечних умов праці під час виконання монтажних і спеціальних будівельних робіт, виконання протипожежних заходів, дотримання законодавства з охорони праці є обов'язками субпідрядника.

Під час здійснення підрядником робіт поза будівельним майданчиком або на відокремленій ділянці виконання усіх заходів з охорони праці і протипожежної безпеки покладається на підрядника.

Субпідрядник (підрядник) зобов'язаний завчасно погодити з генпідрядником можливість тимчасового розбирання огорож та інших захисних засобів, що зведені генпідрядником.

Під час виконання сумісних робіт генпідрядник та субпідрядники (підрядники) повинні вести відповідні журнали.

Під час будівництва об'єктів залізничного транспорту, проведення робіт на залізницях підрядник зобов'язаний дотримуватись усіх правил технічної експлуатації залізниць, інструкцій щодо руху поїздів і сигналізації.

Перед початком виконання робіт на території діючого підприємства або цеху замовник (підприємство) і генпідрядник за участю субпідрядних (підрядних) організацій зобов'язані скласти акт-допуск за формою згідно з додатком Д. Відповідальність за невиконання заходів, що передбачені актом-допуском, несуть керівники будівельно-монтажних організацій і діючого підприємства.

Перед початком робіт генпідрядник (субпідрядник, підрядник) повинен визначити небезпечні для людей зони, в яких існує постійний вплив або може існувати потенційний вплив небезпечних факторів, що пов'язані чи не пов'язані з характером робіт, що виконуються.

До зон постійно діючих небезпечних виробничих факторів належать:

- місця поблизу неізолюваних струмопровідних частин електроустановок;
- місця поблизу неогороджених перепадів по висоті 1,3 м і більше;
- місця, де можливе перевищення граничнодопустимих концентрацій шкідливих речовин у повітрі робочої зони.

До зон потенційно небезпечних факторів належать:

- ділянки території поблизу будівлі чи споруди, що зводиться;
- поверхи (яруси) будівель, споруд на одній захватці, над якими здійснюється монтаж (демонтаж) конструкцій, устаткування;
- зони переміщення будівельно-дорожніх машин, обладнання або їх частин, робочих органів;
- зони, над якими переміщуються вантажозахоплювальні пристрої з вантажем кранами (зони, над якими переміщуються частини баштового крана, зокрема противаги, частини балочної стріли баштового крана, по якій не переміщується вантажний візок, не вважаються небезпечними).

Небезпечні зони, що можуть виникнути на будівельному майданчику під час його організації, необхідно визначати в процесі розроблення будгенплану об'єкта та у подальшому позначати на території будівельного майданчика знаками безпеки та попереджувальними написами.

Зони з постійно діючими небезпечними виробничими факторами повинні мати захисні (запобіжні) огорожі відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

Виконання будівельно-монтажних робіт в цих зонах допускається згідно з ПВР. Зони потенційно небезпечних факторів повинні мати сигнальне огородження згідно з ДСТУ Б В.2.8-43:2011.

За необхідності виконання будівельно-монтажних робіт у цих зонах у ПВР повинні бути передбачені організаційно-технічні заходи з безпеки праці.

Межі небезпечних зон поблизу робочих органів, що рухаються, і їх частин, не можуть бути меншими ніж 5 м, якщо інших вимог немає у паспорті або інструкції заводу-виробника.

Зони дії підвищеного шуму, інфразвуку, ультразвуку, вібрації, умови мікроклімату на території будівельних майданчиків, виробничих приміщень, у житлових будинках визначаються згідно з ДСН 3.3.6.037, ДСН 3.3.6.039, ДСН 3.3.6.042, СН 1304, СН 3077, ДБН В.2.2-15;2019.

4.21 Перед початком виконання робіт у місцях, де діють або можуть виникати небезпечні виробничі фактори, не пов'язані з характером виконуваної роботи, відповідальний виконавець робіт повинен видати наряд-допуск на виконання робіт підвищеної небезпеки згідно з ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Перелік робіт, на виконання яких необхідно видавати наряд-допуск, повинен бути розроблений у будівельній організації з урахуванням місцевих умов і особливостей будівництва. Орієнтовний перелік таких робіт зазначено в додатку К.

Наряд-допуск затверджується особою, яка уповноважена роботодавцем, і видається керівнику робіт (виконробу, майстру). Під час виконання робіт на території діючого підприємства наряд-допуск повинен бути підписаний посадовою особою діючого підприємства.

Перед початком робіт за нарядом-допуском керівник роботи зобов'язаний ознайомити працівників із заходами з безпечного виконання робіт і провести цільовий інструктаж.

Під час виконання робіт в охоронних зонах споруд або комунікацій наряд - допуск може бути виданий за наявності письмового дозволу організації - власника споруди або комунікації.

Наряд-допуск видається на строк, необхідний для виконання запланованого обсягу робіт. У разі виникнення в процесі виконання робіт небезпечних або шкідливих виробничих факторів, не передбачених нарядом-допуском, роботи необхідно припинити, наряд-допуск анулювати і поновити роботи тільки після видачі нового наряду-допуску.

Особа, яка видала наряд-допуск, зобов'язана здійснювати контроль за виконанням передбачених у ньому заходів із забезпечення безпеки виконання робіт.

До виконання робіт із підвищеною небезпекою в умовах дії небезпечних і/або шкідливих виробничих факторів допускаються особи, які не мають медичних протипоказань, пройшли попередні та періодичні медичні огляди відповідно до Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій (наказ МОЗ України від 21.05.07 № 246) і визнані придатними до виконання даного виду робіт; пройшли спеціальне навчання безпечним методам і прийомам праці, інструктаж із безпеки праці, стажування на робочому місці, перевірку знань із безпеки праці і мають відповідну професійну підготовку.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт забороняється користуватися мобільним телефоном.

До самостійного виконання верхолазних робіт (згідно з НПАОП 0.00-1.15) допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці, медичний огляд, визнані придатними до виконання даного виду робіт, мають стаж верхолазних робіт не менше одного року і тарифний розряд не нижче 3-го.

Робітники, що допускаються вперше до верхолазних робіт, протягом одного року повинні працювати під безпосереднім наглядом досвідчених робітників, призначених наказом керівника організації.

У разі залучення до трудового процесу жінок необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей жінками (наказ МОЗ України від 10.12.1993 № 241) і Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці жінок (наказ МОЗ України від 29.12.1993 № 256).

У разі залучення до трудового процесу підлітків необхідно дотримуватись граничних норм підймання і переміщення важких речей неповнолітніми (наказ МОЗ України від 22.03.1996 № 59) і вимог Переліку важких робіт із шкідливими і небезпечними умовами праці, на яких забороняється застосування праці неповнолітніх (наказ МОЗ України від 31.03.1994 № 46).

Порядок трудового і професійного навчання неповнолітніх осіб професіям, пов'язаним із роботами із шкідливими та важкими умовами праці, а також із роботами підвищеної небезпеки, визначено НПАОП 0.00-4.24.

У разі використання праці учнів шкіл середньої загальної освіти, закладів початкової професійної освіти, а також студентів вузів під час проходження ними виробничої практики або проведення робіт за договором роботодавець зобов'язаний:

- провести навчання зазначених осіб безпечним методам та прийомам праці за типовими програмами до початку виконання робіт;
- провести інструктаж із безпеки праці у визначеному в організації порядку;
- допускати до роботи зазначених осіб із дотриманням вимог ДБН А.3.2-2- 2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві», а також положень НПАОП 0.00-2.01;
- забезпечити необхідне санітарно-побутове обслуговування зазначених осіб і видавати їм засоби індивідуального захисту згідно з чинними нормами;



- не допускати використання праці зазначених осіб на роботах, що не передбачені умовами договору та чинного законодавства.

Допуск на будівельний майданчик сторонніх осіб або працівників, що не зайняті на роботах на даній території, а також осіб, що перебувають у стані алкогольного, токсичного або наркотичного сп'яніння, забороняється.

Особи, що перебувають на території будівельного майданчика, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях і ділянках робіт, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку даної організації.

Відповідальними за виконання цих вимог є керівники робіт (майстри, виконроби).

Усі особи, що перебувають на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски, сигнальні жилети.

Керівники робіт, інженерно-технічні робітники, стропальники та особи, що відвідують будівельний об'єкт (представники інспектуючих організацій, інвестори тощо) повинні носити білі будівельні каски і сигнальні жилети. Працівники та інженерно-технічні робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Під час виконання будівельно-монтажних робіт граничні значення температури повітря, сили вітру в даному кліматичному поясі, за яких повинні бути тимчасово припинені роботи на відкритому повітрі та припинено перевезення людей у неопалюваних транспортних засобах, визначаються відповідними службами місцевих органів влади (державної адміністрації).

#### **4.2. Заходи з техніки безпеки і протипожежної техніки**

- На ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб.
- При зведенні будівель і споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані із знаходженням людей в одній секції (захватці, дільниці) на поверхах

(ярусах), над якими проводяться переміщення, установка і тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій або обладнання.

- Способи стропування елементів конструкцій та обладнання повинні забезпечувати їх подачу до місця установки в положенні, близькому до проектного.

- Забороняється підйом збірних залізобетонних конструкцій, що не мають монтажних петель або міток, що забезпечують їх правильну строповку і монтаж.

- Очищення підлягають монтажу елементів конструкцій від бруду і полою слід виробляти до їх підйому.

- Елементи монтованих конструкцій або обладнання під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування і обертання гнучкими відтяжками.

- Під час перерв у роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій і устаткування вазі.

- Встановлені в проектне положення елементи конструкцій або обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінюваність.

- При виробництві монтажних робіт не допускається використовувати для закріплення технологічної і монтажної оснастки обладнання та трубопроводи, а також технологічні та будівельні конструкції без узгодження з особами, відповідальними за правильну їх експлуатацію.

- До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, керівним монтажем і машиністом (мотористом). Всі сигнали подаються тільки однією особою (бригадиром монтажної бригади, ланковим, такелажником-стропальником), крім сигналу "Стоп", який може бути поданий будь-яким працівником, що помітили явну небезпеку.

- Монтаж конструкцій кожного наступного ярусу (ділянки) будівлі або споруди слід робити тільки після надійного закріплення всіх елементів попереднього ярусу (ділянки) згідно з проектом.

- У процесі монтажу конструкцій, будівель або споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцвання.

- Кути відхилення від вертикалі вантажних канатів і поліспастів вантажопідіймальних засобів у процесі монтажу не повинні перевищувати величину, зазначену в паспорті, затвердженому проекті або технічних умовах на це вантажопідійомне засіб.

#### **4.3.Заходи з охорони праці.**

Пристрій доріг вироблятися у відповідності зі .

Всі робітники, зайняті на роботах, повинні бути навчені безпечним методам та прийомам їх виконання. Для кожної спеціальності складається виробнича інструкція з ТБ ВІД, при виконанні певних видів робіт. Інструктаж з ТБ повинен проводитися на робочому місці.

Всі робітники повинні бути ознайомлені з правилами користування засобами індивідуального захисту та інструментами. Монтаж С. К. дозволяється тільки за умови керівництва роботами в кожену зміну І. Т. Р., відповідальних за безпечне виробництво робіт по переміщенню вантажу.

В цілях пожежної безпеки на будмайданчику робітник повинен виконувати наступні вимоги:

- курити тільки в спеціально відведених місцях;
- не розводити багаття та не спалювати сміття;
- паливно-мастильні відходи прибирати щодня в спеціально відведені місця на відстані не ближче 50м. від будівель та складів;

## **Висновки:**

1. При організації охорони праці на будівельному майданчику слід керуватися діючими нормами;
2. Слід дотримуватися правил безпеки при виконанні будь-яких будівельних робіт.

## РОЗДІЛ 5

### ВПЛИВ БУДІВНИЦТВА НА ДОВКІЛЛЯ

Будівельний техногенез – це потужний фактор антропогенного впливу на всі компоненти біосфери. Сукупність процесів зміни природних комплексів та природних умов під впливом будівельної діяльності отримало назву будівельного техногенезу. Будівництво та експлуатація будь-яких споруд завжди викликає ті або інші відхилення від стану природної екологічної рівноваги.

Одним з потужних споживачів природних ресурсів є будівельна галузь, що призводить до їх виснаження, через те що виробництво будівельних виробів та матеріалів є найбільш матеріаломістким видом антропогенної діяльності і вимірюється мільярдами тонн. Тільки для виробництва бетону (його виробляється більше ніж 1 млрд. м<sup>3</sup> у рік) у світі щорічно витрачається сотні млн. тонн цементу, щебеню, піску та інших природних ресурсів. Підраховано, що, в економічно розвинутих країнах до 50% загального об'єму видобувних природних ресурсів витрачається на потреби будівельної індустрії. У світі в наші часи продовжує збільшуватися об'єм будівництва, зростає доля так званих “супероб'єктів”, вартість яких неодноразово перевищує один млрд. доларів. До таких об'єктів відносяться, наприклад, потужні гідротехнічні споруди, аеропорти, мости, тунелі. Відомо, що будівництво тунелю через Ла-Манш супроводжувалось значним підвищенням рівня екологічної небезпеки в усьому регіоні, а його вартість перевищила 15 млрд. доларів. Будівництво, в особливості спорудження таких супероб'єктів, загострює екологічні проблеми у регіонах. Так, будівництво греблі Київської ГЕС та інших ГЕС Дніпровського каскаду призвело до затоплення значних площ земель природоохоронного, рекреаційного та сільськогосподарського призначення.

Будівництво створює додаткове екологічне навантаження і спричиняє погіршення здоров'я людей. На прилеглих до будівельних споруд територіях у

зимовий період утворюються значні снігові заноси, які здатні створювати дискомфортні умови для пішоходів.

### **Вплив на атмосферу**

Під час виконання будівельно-монтажних робіт неабиякий вплив завдається забруднення атмосферного повітря джерелами, а саме:

- вихлопні гази автотранспортних засобів та іншої будівельної техніки з двигунами внутрішнього згорання;
- розпилення цементу, вапняку, фарбових аерозолів тощо;
- спалювання відходів та залишків будівельних матеріалів.

Однією з найбільш гострих проблем будівельного техногенезу є забруднення атмосфери. За даними проф. Т. Бремнера (Канада), виробництво тільки однієї тонни цементу призводить до викидів в атмосферу однієї тонни  $\text{SO}_2$ . Загальні викиди  $\text{SO}_2$ , пов'язані з виробництвом цементу у світі, перевищують 1,2 млрд. тонн. Не менш шкідливими є енергетичні забруднення (шум, інфразвук, вібрація, іонізуюче випромінювання тощо). Робота цементних заводів та інших підприємств будівельної індустрії супроводжується утворенням надзвичайно великого об'єму стічних вод та твердих відходів. Негативний вплив будівництва на природні екосистеми проявляються у відчуженні цінних земель та сільгоспугідь, нищенні рослинного та тваринного світу. Вплив будівництва на екосистеми на всіх стадіях є негативним і в кінцевому підсумку призводить до зменшення біорізноманіття.

У цілому необхідно підкреслити, що сучасний будівельний техногенез значно впливає на процеси, які відбуваються у природних комплексах та екосистемах, негативно впливає на всі складові біосфери: атмосферу, гідросферу, літосферу та біотичну спільноту. Негативний вплив будівельного техногенезу як однієї з форм функціонування природно-технічної системи потребує прийняття спеціальних заходів підтримання екологічної рівноваги з тим, щоб не допустити деградації та втрати рівноваги природних екосистем.

Екологічно безпечною може рахуватися тільки така будівельна діяльність, за якої у природних комплексах та екосистемах не будуть відбуватися кількісні зміни (забруднення або порушення), які ведуть до зменшення меж гомеостазу, порушення у них структурних та функціональних характеристик та інших допустимих границь існування.

Особливу групу антропогенних впливів, зв'язаних з будівництвом, викликають аеродинамічні збурення, порушення, температурні впливи тощо. Після закінчення будівництва високих споруд та багатоповерхівок аеродинамічні характеристики будівельного майданчика різко змінюються. Утворюються вихороподібні атмосферні потоки величезної сили, які здатні у деяких випадках пошкоджувати обмурівку будівлі, скляні конструкції тощо. Чим вищі наземні будівельні споруди, тим менш вони обтічні, і тим більш несприятливий режим аерації та вищі приземні концентрації забруднювальних речовин.

Особливо великі викиди органічного та неорганічного пилу відбуваються під час проведення відкритих гірничих робіт та видобутку мінеральної сировини вибуховим способом. Хмара пилу може поширюватися на багато кілометрів; беручи в облогу на ґрунт, пил забруднює її і знижує родючість.

Не менше забруднення атмосфери створюється при транспортуванні видобутого сипучої мінеральної сировини, що перевозиться у відкритих вагонах і в кузовах автомашин. У цих випадках видуються десятки тисяч тонн природних будівельних матеріалів.

Пил у атмосфері може грати як негативну, а й позитивну роль. Без частинок пилу не було б ні хмар, ні туманів. Однак велика кількість пилу зменшує сумарну радіацію, що призводить до зниження кількості сонячної енергії, а це несприятливо впливає на біотичні співтовариства. І, звичайно, не слід забувати про токсичність багатьох видів пилу, про їхню здатність бути переносниками хвороботворних бактерій і т.д.

## Вплив на водні ресурси

Сучасне будівництво надає багатосторонній негативний вплив як на підземну, так і, особливо, на поверхневу гідросферу.

Розрізняють такі основні види впливу будівництва на водні екосистеми:

- інтенсивне водоспоживання, до виснаження водних ресурсів;
- забруднення та засмічення поверхневих водойм стічними водами та будівельним сміттям;
- зміна водного режиму рік (замулювання та інших.) під час будівництва різних об'єктів.

Одним з найбільш водоемних виробництв у промисловості відносяться заводи залізобетонних виробів і конструкцій, цементні заводи, підприємства, що виробляють гіпсолітові та керамічні вироби, цемент мокрим способом та ін. вироби.

Для широкого використання прогресивного гідромеханізованого способу виконання будівельно-монтажних робіт потрібно 10 м<sup>3</sup> води на 1 м<sup>3</sup> ґрунту. Багато води йде на закріплення та ущільнення ґрунту під час будівельних робіт.

Будівництво є одним із основних факторів забруднення поверхневих вод. Перш за все це відбувається у тих випадках, коли стічні води з будівельних майданчиків потрапляють у водойми у неочищеному стані. Основними джерелами забруднення підземних вод є також фільтрат від звалищ будівельного та побутового сміття, будівельні майданчики та склади будівельних матеріалів.

На заводі ЗБТ з виробництва стійок контактних мереж вода використовується як розчинник, поглинач, теплоносій, охолоджувач і т.д. Обсяг стічних вод визначається такими факторами, як потужність підприємства, особливості технології виробництва, вид виробу і матеріалу та ін.



Склад стічних вод підприємств будіндустрії досить складний - це гетерогенна суміш різних домішок мінерального та органічного походження, у тому числі гідроксидів низки металів, різних токсичних сполук, вуглеводнів (олії, мазут та ін) тощо.

Порушують екологічний стан поверхневої гідросфери та зміни гідрологічного режиму річок, спричинені будівництвом підводних та інших гідротехнічних споруд, розробкою прибережних кар'єрів будматеріалів, що проявляється у переформуванні берегів, поглибленні русла тощо.

### **Вплив на ґрунти**

Ґрунт – безцінний, практично невідновний природний ресурс, найважливіший біологічний адсорбент та нейтралізатор забруднень. У той же час ґрунт піддається дуже сильному антропогенному впливу, оскільки є першим від поверхні землі літосферним шаром. Виявляється воно у забрудненні та захащенні, «запечатуння», розвитку ерозійних процесів, відчуженні (вилученні) та ін.

У процесі будівельної діяльності ґрунти забруднюються будівельними відходами, фарбами, цементом, нафтопродуктами, вапном, важкими металами та іншими токсичними речовинами.

Переважними джерелами забруднення ґрунтів є будівельні матеріали, звалища будівельних матеріалів у момент їх транспортування та збереження.

Землі призначення назавжди порушуються після їх відчуження для будівництва промислових об'єктів, міст, селищ, прокладання доріг, ліній зв'язку та електропередач, в процесі проведення відкритих розробок родовищ природних будівельних матеріалів. Будівельна ерозія сприяє розвитку ритвин, промоїн, яруг та інших негативних форм рельєфу, сприяє замулюванню водойм, знищує рослинний покрив та пошкодженню міграційних шляхів. За даними ООН у світі тільки для будівництва міст та транспортних шляхів щорічно сільське господарство лишається орних земель у кількості 300 тис. га.

Окрім негативної дії на рослинність і ґрунт, зведений об'єкт змінює умови інсоляції. Будівлі затінюють території, змінюється режим випаровування вологи.

Вже побудовані будівлі також здійснюють негативний вплив на навколишнє середовище: змінюється рельєф ділянки, змінюється рослинний покрив, на зміну природним насадженням приходять штучні.

Ґрунт, як і вся земля загалом, охороняється законом. Будівельники зобов'язані ефективно та раціонально використовувати ґрунтовий покрив, не допускати його несанкціонованого вилучення, псування, забруднення, засмічення та виснаження.

Металообробні підприємства пов'язані з виробництвом металевих виробів та часто включені до складу. Вироби широко застосовуються в різних галузях народного господарства. Обробка металевих заготовок, процеси різання та зварювання використовуються практично у всіх галузевих комплексах, включаючи будівництво, енергетику та різні види транспорту (наземного, підземного, водного, повітряного). Однак є певна специфіка впливу металообробки на природне навколишнє середовище, пов'язана із взаємодією різних обробних матеріалів на металеві поверхні, з вібраціями і шумами металообробного обладнання, випромінюваннями (як використовуваними при металообробці, так і при роботі обладнання) і т.д.

Металообробка та експлуатація металевих виробів супроводжуються виділенням у середу як матеріальних, так і енергетичних забруднювачів. До енергетичних забруднювачів відносяться високий рівень шуму (що є однією із специфічних особливостей металообробки), вібрації, теплові забруднення (за рахунок виділення теплоти при обробці поверхонь та роботи обладнання), електромагнітні поля, що виділяються працюючим обладнанням (трансформатори, індуктори, різні генератори), відображене лазерне випромінювання, що виникає при використанні лазерів у технологічному процесі.

## **Засоби обмеження впливу на довкілля**

Природоохоронна діяльність у сфері будівельної індустрії багатопланова у зв'язку з тим, що вона охоплює видобуток корисних копалин (сировина для отримання будматеріалів або безпосередньо будматеріали), виробництво будівельних матеріалів (один з різновидів хімічних виробництв), реалізацію будівництва як такого та експлуатацію будівель у межах населених пунктів . У населених пунктах функціонує автотранспорт, наземний та підземний рейковий транспорт (трамваї, електрички, метро), а також електротранспорт без використання рейок (тролейбуси). Тому в будівельній індустрії широко застосовуються всі способи охорони природи, що використовуються в автомобільному та залізничному транспорті, у хімічній промисловості, а також деякі специфічні методи. Оскільки при реалізації виробничої діяльності у будівельній промисловості забруднюються і атмосфера, і гідросфера, і літосфера, охорона цих об'єктів біосфери застосовна для реалізації природоохоронної діяльності у будівництві.

Розглянемо деякі найважливіші природоохоронні заходи, які у будівництві.

1. Скорочення термінів будівництва від нульового циклу до завершення, оскільки чим вище тривалість будівельних робіт, тим довше впливає на природу виробнича діяльність (наявність звалищ будівельного сміття, змив відходів у водоймища тощо).
2. Освоєння територій, зайнятих будівництвом, у суворій технологічній послідовності у встановлені терміни, оскільки порушення технології будівництва призводить до необхідності повторення різних робіт (наприклад, перекопування земель для траншів та ін.).
3. Для зниження загазованості атмосфери та рівня шуму, що виникають при роботі транспортних та інших машин та механізмів, що застосовуються у будівництві, необхідно:

- 1) запровадити технологію повного спалювання палива у двигунах машин за рахунок застосування каталітичних нейтралізаторів;
  - 2) використовувати як паливо для машин, що працюють у будівництві, менш токсичне паливо, наприклад природний газ (це зменшує витрати на паливо, знижує наявність у вихлопних газах оксидів сірки, азоту та CO);
  - 3) використовувати електричну енергію під час роботи будівельних машин;
  - 4) здійснювати раціональніше вантажопереміщення, при якому по можливості виключаються порожні пробіги машин;
  - 5) запобігати застосуванню відкритого вогню для підігріву будівельних матеріалів (розплавлення бітуму при ізоляційних роботах тощо), ґрунту, води за рахунок використання трубчастих електронагрівачів або нагрівачів іншого типу;
  - б) раціонально регулювати транспортний потік, за рахунок чого максимально зменшується кількість вимушених зупинок, транспортних заторів тощо.
4. Збереження ґрунтово-рослинного комплексу дома нових забудов (класичний приклад - будівництво житлового масиву у м. Зеленограді, що входить до складу Москви). Це зменшує шкоду, що завдається природному середовищу, знижує обсяги робіт з формування нового ландшафту тощо.
5. Заміна асфальтобетонних покриттів на інші види покриттів (з бетону, бруківки та інших матеріалів). Це запобігає забрудненню середовища продуктами випаровування з асфальту, підвищує довговічність покриття тощо.
6. Використання внутрішньобудівельних доріг із твердим покриттям, що скорочує руйнування природної поверхні та зменшує обсяг відновлювальних робіт.
7. Рекультивация (відновлення) порушених під час будівельних робіт земель. Це частково відновлює вихідний ландшафт, робить природно-будівельний комплекс більш комфортним для жителів даного житлового масиву (або для

працівників підприємства). Відходи будівництва, що утворилися, у вигляді будівельного сміття можуть бути утилізовані при засипанні ярів, а верхні шари ґрунту можна використовувати в сільськогосподарських роботах.

8. Боротьба з шумом у будівництві та в містах здійснюється за рахунок застосування звукоізоляційних матеріалів, різного розташування житлових кімнат щодо магістралей, застосування захисних смуг із рослин, особливим плануванням житлових та виробничих кварталів, заборонаю звукових сигналів у нічний час та іншими способами, які відомі фахівцям. у цій галузі і є предметом викладу у цьому посібнику.

9. Важливим природоохоронним заходом у будівельній індустрії є раціональне планування у містобудуванні, яке враховує екологічні особливості конкретного регіону та дозволяє використовувати їх для будівництва екологічно здорових приміщень житлового та виробничого характеру.

10. Велике значення для будівельної промисловості має захист природних вод. У цій галузі господарства вода знаходить дуже широке застосування: вона витрачається на приготування бетонної суміші та будівельних розчинів, побілку, фарбування поверхонь будівель, миття приміщень та будівельних машин, тепло- та водопостачання населення, у виробництві будівельних матеріалів. Охорона природних вод у будівництві здійснюється за рахунок економного витрачання води та застосування технічної води замість питної для технічних потреб; застосування оборотного водопостачання там, де це можливо; використання водоочисних споруд тощо.

11. Утилізація відходів будівельного виробництва. Вона здійснюється різними способами, один з яких полягає в тому, що відвальні породи, що отримуються на одній ділянці, використовуються для проведення робіт на іншій ділянці (тобто сама будіндустрія є поглиначем своїх відходів). При проведенні будівельних робіт у місцях скупчення торфу або сапропелю (донні відкладення у водоймах) їх можна використовувати в сільському господарстві або для покращення властивостей ґрунтів, або як підстилку для великої рогатої худоби.

12. Будівельна промисловість як галузь, що утилізує відходи виробництв інших галузей. Так, для отримання мінеральних в'язучих використовують відходи металургійних виробництв – тверді шлаки. Шлаки ТЕС, кольорової металургії, електротехнічного одержання фосфору можна використовувати як заповнювачі в бетонах. Фосфогіпс, що у великих кількостях при виробництві подвійного суперфосфату, широко застосовується як швидкотвердне гіпсове в'язуче. Гіпсові відходи хімічної промисловості також є сировиною для будівництва. У процесі будівельних робіт можна утилізувати такі тверді відходи, які можуть бути використані в інших галузях народного господарства.

## **Висновки:**

1. Виконання будівельно-монтажних робіт неабиякий вплив завдається забруднення атмосферного повітря;
2. Будівництво є одним з основних факторів забруднення поверхневих вод;
3. Будівництво, в особливості спорудження таких супероб'єктів, загострює екологічні проблеми у регіонах;
4. Після закінчення будівництва високих споруд та багатоповерхівок аеродинамічні характеристики будівельного майданчика різко змінюються;
5. Будівлі затіняють території, змінюється режим випаровування вологи;
6. Сучасний будівельний техногенез значно впливає на процеси, які відбуваються у природних комплексах та екосистемах, негативно впливає на всі складові біосфери: атмосферу, гідросферу, літосферу та біотичну спільноту.