

# **ЗАЛІЗОБЕТОННІ КОНСТРУКЦІЇ, БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ**

УДК 624.01

## ***КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ СИСТЕМИ В ПРОЕКТУВАННІ, ВИГОТОВЛЕННІ І МОНТАЖІ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ МАЙБУТНЬОГО***

**Б.Г.ГНІДЕЦЬ - д. т. н., проф. ДУ “Львівська політехніка”**

Особливістю дальшого поступу у всіх сферах виробництва в кінці нинішнього і на початку наступного тисячоліття, як це стає що раз більш очевидним, є і буде перехід на нові технології з широким застосуванням автоматизації і роботизації технологічних процесів. В галузі будівництва, яка в порівнянні з іншими галузями виробництва, в цьому відношенні не займає передових позицій, цей перехід пов'язується з необхідністю розробки і застосування нових конструктивних систем, нових матеріалів і на їх основі впровадження таких нових технологій, які б відповідали новим вимогам не тільки на сьогодні, а також на більш далеку перспективу.

Поряд з цим слід брати до уваги, що нові матеріали в будівництві в найближчому майбутньому можуть застосовуватись в основному для огорожуючих, а не для несучих елементів будівель, якими, очевидно, ще на багато десятиліть залишаться залізобетон, метал, а можливо і дерево. Звідси випливає перший висновок, що для створення можливості широкого застосування нових матеріалів, необхідно конструктивні системи будинків і споруд в цілому розділити на дві незалежні системи: несучу систему і огорожуючу систему і надати перевагу каркасним будинкам, в яких огорожуючі конструкції можуть застосовуватись, розвиватись і вдосконалюватись незалежно, в міру впровадження нових технологій. Саме на основі цього можна стверджувати, що каркасна система може задовольняти цілий ряд нових вимог, які можуть бути поставлені до будинків та споруд майбутнього. Але вирішення цих питань вимагає комплексного підходу, як зі сторони конструктивної так і технологічної, тобто йдеться про розробку нових конструктивно-технологічних систем для будівництва в майбутньому в цілому.

Основною вимогою до таких систем майбутнього очевидно повинно бути забезпечення можливості повної автоматизації і переходу до роботизації технологічних процесів на всіх стадіях будівництва. Але щоб задовольнити цю основну вимогу, самі системи повинні бути гнучкими, а елементи конструкцій повинні виготовлятися для багатоцільового призначення і використовуватись як в збірних так і в збірно-монолітних конструктивних вирішеннях.

Використання конструктивно-технологічних систем з монолітного залізобетону в будівлях та спорудах майбутнього, з врахуванням поставлених вимог, очевидно не може мати переваг в порівнянні зі збірними конструкціями. Але щоб цього досягти необхідно забезпечити нові вимоги такі як, наприклад, можливість застосування в будинках та спорудах уніфікованих систем каркасів і перекурить для всіх видів будівництва: житлового, громадського, промислового і спеціального, для нерегулярної сітки колон, більш складних форм будівель в плані, для різних умов будівництва і експлуатації і т. п.

В цілому такі системи повинні відповідати новим вимогам на майбутнє, а саме гнучкості виробництва на всіх стадіях, починаючи від автоматизованого проектування з забезпеченням значного зменшення витрат основних матеріалів, зниження вартості, застосування нових технологій при виготовленні, транспортуванні та монтажі конструкцій, а в стадії експлуатації – забезпечити різке зменшення витрат основних матеріалів, зниження вартості, застосування нових технологій при виготовленні, транспортуванні та монтажі конструкцій, а в стадії експлуатації - забезпечувати різке зменшення енерговитрат і відповідати умовам охорони середовища та ін.

Гнучкість технології виготовлення збірних елементів в майбутньому полягає в забезпеченні їх випуску на універсальному технологічному обладнанні без спеціальних форм, без застосування вібрації і пропарювання, при змінних розмірах поперечного перетину і довжини. В таких умовах стає неможливим застосувати і слід відмовитись від агрегатно-поточної технології, як не перспективної.

При монтажі конструктивні системи майбутнього повинні відповідати вимогам з'єднання елементів як з допомогою зварювання, так і без зварювання, на болтах як більш простому і надійному. Крім цього такі системи повинні бути придатними для демонтажу будівель і споруд і повторного їх використання на новому місці.

Одна з нових вимог до конструктивно-технологічних систем майбутнього – це багатоцільове використання систем каркасів з різними системами перекуриття, наприклад, збірними залізобетонними панельними, суцільними одношаровими і багатошаровими плитними, пустотними і ребристими збірними, монолітними і сталобетон-

ними балковими, безбалковими або перехресними системами перекриття і т. п.

При цьому системи каркасу повинні забезпечувати можливість застосування різних систем перекриття не тільки на різних поверххах, але і на різних ділянках одного перекриття в залежності від вимог технології, і при різних прогонах плит, а також можливість зміни перекриття як під час реконструкції, так і під час експлуатації. Однією з важливих вимог до конструктивно-технологічних систем майбутнього повинно бути забезпечення можливості поступового переходу до їх застосування і максимальне використання в них на перехідному етапі звичайних широко відомих збірних елементів, наприклад, колон і плит перекриття.

Одна з найбільш важливих вимог до конструктивно-технологічних систем майбутнього, на наш погляд, повинна полягати в забезпеченні можливості заміни при проектуванні або в процесі монтажу і експлуатації окремих елементів каркасу, або на всю довжину, частково або повністю, елементами з інших матеріалів, наприклад, збірні залізобетонні елементи – монолітними залізобетонними, сталобетонними, або металевими, комплексними, навіть дерев'яними. При забезпеченні таких умов збірний залізобетонний каркас з уніфікованих збірних елементів може поступово перетворюватись в універсальну будівельну систему.

Для розробки проектних пропозицій нових систем каркасів, які мали б задовольняти всім поставленим вище вимогам на майбутнє, спочатку були розглянуті і проаналізовані відомі із практики будівництва наступні системи каркасів (рис.1).

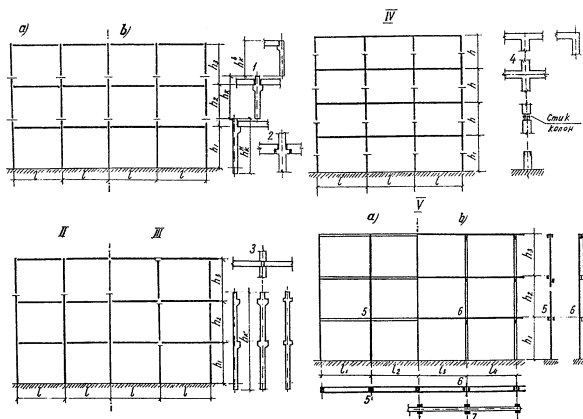


Рисунок 1. Сучасні системи каркасів (I...IV) і каркас майбутнього (V).

### Таверійський науковий вісник

I – каркас, який виконується з одноповерхових колон і однопрогонових ригелів для промислового (Ia) і громадського будівництва (Iв);

II – каркас, в якому використовуються двоповерхові колони і однопрогонові ригелі (II), а стики 1 виконуються з відкритими консолями, або стики 2 зі скритими консолями, подібно як в системі I;

III – каркас з використанням одноповерхових колон і однопрогонових (консольних) ригелів з стикуванням всіх елементів в узлі 3 рами (III);

IV – каркас з використанням великорозмірних рамних елементів, поділених і з'єднаних стиками тільки по середині висоти колон (IV).

Аналіз цих чотирьох відомих систем каркасів показав, що вони в принципі не можуть задовольняти основним вимогам, які ставляться до системи каркасів майбутнього, як в конструктивному так і в технологічному відношенні. З врахуванням цих вимог була запропонована V система, яка показана на рис. 1 [1]. Ця система виконується з великорозмірних збірних елементів: багатоповерхових колон і багатопрогонових нерозрізних ригелів. Довжина збірних елементів системи з умов виготовлення, транспортування і монтажу обмежується розмірами 18-24 м, а при необхідності може збільшуватись добірними елементами, які об'єднуються між собою з допомогою різних видів стиків. В запропонованій системі каркасів великорозмірні стержні рам виконуються з поодиноких або спарованих збірних елементів колон і ригелів, які вільно можуть виготовлятися суцільними на всю ширину і висоту будинків та споруд. Це дає можливість уникнути основного недоліку, який характерний для I, II і III систем каркасів, а саме розміщення стиків ригелів і колон в узлах рам, де виникають максимальні зусилля і крім цього утворювати консольні каркасні системи. Особливо слід звернути увагу на те, що використання спарованих ригелів і колон одночасно вирішує і другу проблему каркасних систем, а саме створює умови для вільного пропуску між ними вертикальних і горизонтальних комунікацій, а при розміщенні їх на зовнішніх стінах додатково вирішує питання ліквідації містків холоду, що особливо важливо для громадських і житлових будинків.

Враховуючи те, що для всіх збірних елементів колон і ригелів в системі каркасу прийнята одна прямокутна форма поперечного перетину і що зміна розмірів перетину одного з елементів в принципі не впливає на довжину інших елементів, в таких системах можна досягнути максимальної уніфікації основних конструктивних і технологічних параметрів і забезпечити умови для застосування конструкцій та технологій багатоцільового призначення. З врахуванням цих особливостей запропонованої системи каркасів, автором були опрацьовані пропозиції до нової єдиної номенклатури типорозмірів збірних і збірно-монолітних систем каркасів і перекреть [1] для ба-

гатоповерхових і одноповерхових будинків та споруд з умовою їх застосування в широкому діапазоні зміни сітки колон від 6 до 24 м і навантажень на перекриття від 2 до 50 кН/м<sup>2</sup>.

Така конструктивна система (рис. 1-V) в порівнянні з традиційними (рис 1 -I, -II, -III і -IV) має цілий ряд переваг, а саме:

- можливість застосування нерегулярної сітки колон;
- значне зменшення кількості типорозмірів і стиків;
- уніфікація збірних елементів і стиків;
- гнучкість технології при виготовленні збірних елементів;
- значне зменшення енерговитрат, матеріалів і коштів при виготовленні, транспортуванні і монтажі.

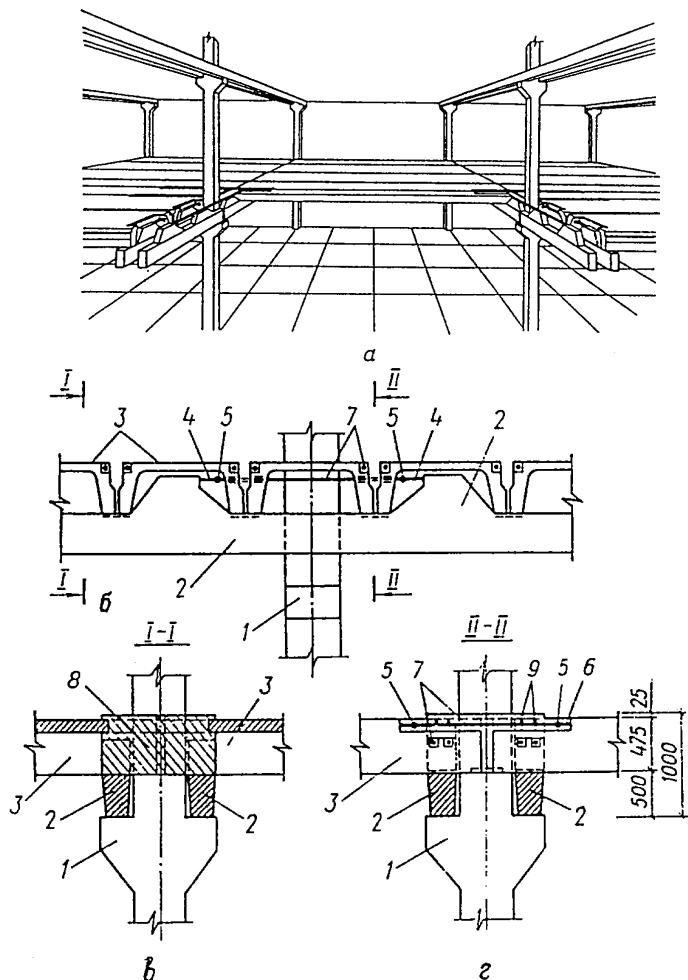
Це підтверджується експериментальним будівництвом трьох поверхового промислового будинку з сіткою колон 9x12 м, яке було проведене в 1988 р. в м. Львові ТБО “Львівбуд”, по проекту [2], який був розроблений з використанням таких систем каркасів лабораторією НДЛ-23 кафедри будівельних конструкцій Держуніверситету “Львівська політехніка”.

Основна несуча конструкція будинку з сіткою колон 9x12 м – це просторова трьох поверхова багатопрогонова в двох напрямках рама, в якій ригелі в одному напрямі утворюються багатопрогоновими збірно-монолітними балками 2 з прогонами 9,0 м і попередньо напруженими стиками, а в другому напрямі – збірними нерозрізними ребристими плитами 3 з розмірами 1,5x12,0 м (рис. 2).

Застосування цих конструкцій з сіткою колон 9x12 м замість типових з сіткою колон 6x9 м дало можливість скоротити число елементів і стиків в два рази і збільшити корисну виробничу площу, що забезпечило економічний ефект в сфері виробництва і скоротило витрату матеріалу і праці на одиницю виробленої продукції.

На основі узагальнення результатів досліджень були запроєктовані конструктивні системи каркасів та перекриття багатоповерхових будинків та споруд з великорозмірних збірних елементів для сіток колон від 6x12 до 12x24 м (рис 3).

В запропонованій конструктивній системі каркасів і перекриття багатоповерхових будинків та споруд передбачено застосування великорозмірних багатопрогонних збірних елементів ригелів, головних і другорядних балок довжиною 12-24 м на 2-4 прогони (рис.3,е), багатопрогонових нерозрізних плит (рис.3,в) і багатоповерхових колон (рис.3,а).

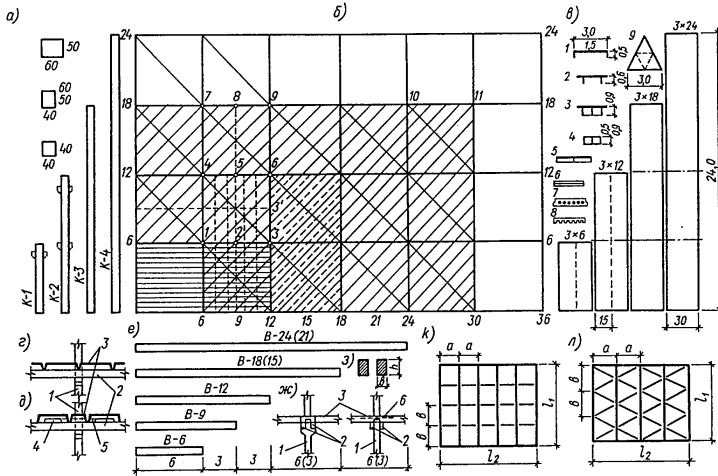


а – схема каркасу і перекриття; б – вузли з'єднання ригелів з колонами; в – вузол з'єднання плит з ригелями в прогоні і спирання їх на колони; г – вузол з'єднання плит на опорі з напруженою арматурою; 1 – колона; 2 – збірні багатопрогонові балки; 3 – збірні ребристі плити; 4 і 6 – випуски арматури; 5 – стики арматури; 7 – напружувана арматура; 8 – бетон замоноличування; 9 – ненапружувана арматура.

Рисунок 2. Схема каркасу та вузлів з'єднання збірних елементів перекриття з колонами багатоповерхових будинків зі збільшеною сіткою колон.

При цьому в залежності від умов застосування систем каркасів, ригелі і перекриття виконуються в збірному або в збірно-

монолітному варіантах. Для широкого діапазону навантажень від 2 до 50 кПа і сіток колон від 6х6 до 18х24 м з модулем зміни розмірів сітки колон 1,5 і 3,0 м в двох напрямках (3, б) в запропонованій системі використовується обмежена номенклатура уніфікованих великорозмірних збірних елементів. Збірні елементи ригелів і плит перекрыть при монтажі з'єднуються в багатопрогонові нерозрізні з допомогою попередньо напруженої арматури.



а – багатоповерхові колони; б – схеми перекрыть будинків та споруд з сіткою колон від 6х6 до 24х36 м; в – номенклатура збірних залізобетонних плит перекрыть з прогонами 6, 12, 18, 24 м; г – схема фрагменту збірного варіанту перекрыття; д – схема фрагменту збірно-монолітного перекрыття; е – номенклатура великорозмірних збірних багатопрогонових нерозрізних ригелів довжиною 12-24 м і добірних елементів довжиною 6-9 м; ж – схема вузла з'єднання ригеля з колонами і плитами збірно-монолітного перекрыття; и – схеми вузла з'єднання ригелів з колонами і плитами збірного перекрыття; к – схема перехресної системи перекрыття з балками в двох напрямках; л – схема перехресної системи перекрыть з балками у трьох напрямках; 1 – колони; 2 – ригелі перекрыть; 3 – плити перекрыть; 4 – виступи в припорних зонах ригелів з випусками арматури в стиках; 5 – напружувана арматура стиків ригелів; 6 – напружувана арматура стиків плит.

Рисунок 3. Схема, вузли та номенклатура великорозмірних збірних залізобетонних елементів систем каркасів і перекрыть.

Конструкція здвоєних нерозрізних ригелів перекристь, прийнята в запропонованій системі каркасів має ряд переваг в порівнянні з типовими. По-перше, при цьому створюються умови для застосування багатопрогонових збірних елементів ригелів і багатоповерхових колон, а конструкція стиків між ними значно спрощується і може виконуватись з жорсткими або шарнірними з'єднаннями. З другої сторони, при наявності здвоєних ригелів досягається значне зменшення їх висоти, зменшення згинаючих моментів, які передаються на колони і збільшення жорсткості при роботі ригелів на кручення. Однак основною перевагою таких каркасів є те, що в них можна застосовувати окрему систему конструкцій головних багатопрогонових нерозрізних балок, з'єднаних з колонами шарнірно для сприйняття вертикальних навантажень від плит перекристь і окрему систему ригелів, з'єднаних з колонами в двох напрямках в виді ядер жорсткості для сприйняття горизонтальних навантажень.

Дослідження, які були проведені при проектуванні і експериментальному будівництві, показали, що аналогічні системи каркасів можуть бути ефективно використані для громадського і житлового будівництва. При цьому одночасно будуть створені умови для широкого застосування в багатоповерхових і індивідуальних малоповерхових житлових будинках різних ефективних огорожуючих конструкцій і вільного гнучкого планування помешкань в цих будинках не тільки під час будівництва, а також в період їх експлуатації і реконструкції.

### **Література:**

1. Гнідець Б.Г. "Статично невизначені залізобетонні конструкції з напружуваними стиками і регулюванням зусиль". Матеріали ювілейної науково-технічної конференції: "Проблеми теорії і практики будівництва", ДУ "Львівська політехніка", ІБФ, том I. Львів, 1994, стор. 58-92.
2. Гнідець Б.Г. "Нові конструктивно-технологічні системи в проектуванні, виготовленні і монтажі залізобетонних конструкцій". Збірник тез Першої Всеукраїнської науково-технічної конференції "Науково-практичні проблеми сучасного залізобетону". Державний комітет України в справах містобудування і архітектури. Київ, 1996, стор. 78-80 і 280-282.