

КОНСТРУКТИВНІ ВИРІШЕННЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ БЕТОННИХ І ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ПОРОЖНИНАМИ

© Мельник І.В., 2007

На підставі запропонованих і реалізованих на практиці бетонних та залізобетонних конструкцій узагальнено і подано основні види напружено-деформованого стану елементів у перерізах з порожнинами.

On the basis of the offered and realized in practice concrete and reinforced concretes constructions generalized and the basic types of the tensely-deformed state of elements in cuts with cavities are given.

Постановка проблеми. Пропозиції щодо доцільності улаштування порожнин у бетонних і залізобетонних конструкціях були висловлені ще на початках їхнього освоєння. За десятиріччя розвитку і широкого використання бетону і залізобетону були розроблені, досліджені і використані на практиці численні конструктивні елементи з порожнинами, які порівняно з цільними елементами мають істотні переваги і вигідні в економічному аспекті при одночасному забезпеченні надійності конструкції та її експлуатаційних властивостей [1].

Переважно це лінійні довгомірні збірні залізобетонні конструкції: плити перекриття, балки прольотних будов, центрифуговані стояки та колони тощо. Їхнє виробництво можливе лише на спеціалізованому стаціонарному устаткуванні (наприклад, з використанням пуансонів при виготовленні порожнистих плит) і через технологічні особливості не може бути використане для переважної більшості бетонних і залізобетонних виробів. Створення в такий спосіб порожнин пов'язане з додатковими трудо- і енергозатратами, що зменшує ефект від безпосередньої економії матеріалів.

Інші розроблені способи порожниноутворення, зокрема в брусківних елементах за допомогою пресування зсередини, мають ту саму специфіку, що і попередні – вони потребують спеціалізованого устаткування і можуть бути використані у заводських умовах лише для окремих типів збірних залізобетонних конструкцій [2]. Окремі способи утворення порожнин за допомогою коробів, зокрема дерев'яних, мали поодинокі індивідуальні вирішення і не знайшли широкого застосування як не вигідні.

Поза тим, багато залізобетонних елементів різного призначення виготовляють масивними або суцільного перерізу. Улаштування в них порожнин є допустимим і доцільним в конструктивному аспекті, але є неможливим з технологічних міркувань при традиційних способах порожниноутворення чи недоцільним з урахуванням загальних витрат на виріб.

Запропоновані автором нові конструктивно-технологічні рішення оптимізації бетонних і залізобетонних елементів порожниноутворенням [3] були обґрунтовані у попередніх публікаціях [4]. Їх суть полягає у тому, що при виготовленні бетонних і залізобетонних конструкцій використовують вставки як окремі вироби з порівняно легких і дешевих матеріалів, які залишаються у тілі бетону [5]. Порівняно з оточуючим бетоном матеріал вставок має на порядок меншу щільність і жорсткість, тому умовно можна вважати, що простір, який вони займають, у конструктивному аспекті, є порожниною. Зрештою, можливе і доцільне порожнисте виготовлення самих вставок.

В останні роки інтерес до використання вставок під час виготовлення залізобетонних виробів зростає, особливо у монолітних перекриттях. Це засвідчують публікації, що стосуються пошуку

ефективних матеріалів для самих вставок і теоретично-експериментальних досліджень перекриттів комплексної конструкції [6–8].

Виготовлення і дослідження бетонних та залізобетонних елементів з полегшувальними вставками і їх дослідження показали ефективність таких конструктивно-технологічних вирішень. Нижче подаються конструктивно-технологічні рішення цих елементів та особливості їхнього напружено-деформованого стану.

Бетонні блоки стін підвалів. Бетонні конструкції фундаментів є дуже поширеними і, разом з тим, дуже матеріалозатратними елементами, несуча спроможність яких використовується далеко не повністю (на ~ 5–7 % при малоповерховому і до ~ 30–50 % при багатоповерховому будівництві). Особливо це стосується конструкцій стрічкових фундаментів. Тому за десятки років використання бетону у фундаментних елементах було висловлено немало пропозицій щодо їхньої оптимізації. Проте широкого використання на практиці вони не набули у зв'язку з особливостями і складностями їхнього виготовлення.

Використання вставок дає змогу виготовляти блоки стін підвалів у наявних металоформах без будь-якого їхнього переоснащення [9, 10]. В Національному університеті “Львівська політехніка” разом з ВАТ “Львівський завод будівельних виробів” були здійснені комплексні дослідження експериментальних блоків стін підвалів з відкритими і замкнутими порожнинами, описання і основні результати яких подані нижче.

Експериментальні блоки стін підвалів були виготовлені з відкритими порожнинами (рис. 1, а, б) і з арбалітовими вставками (рис. 1, в), що забезпечувало замкнутість порожнин. Виготовляли експериментальні блоки стін підвалів на Львівському заводі будівельних виробів і випробовували на силовому стенді Львівського ДБК-2. Всього у складі дев'ятох фрагментів стін було випробувано чотири типи експериментальних блоків з порожнистістю від 28,7 до 43,0 %. Детально конструкцію, виготовлення, методику і основні результати випробувань блоків подано в публікаціях [11–14].

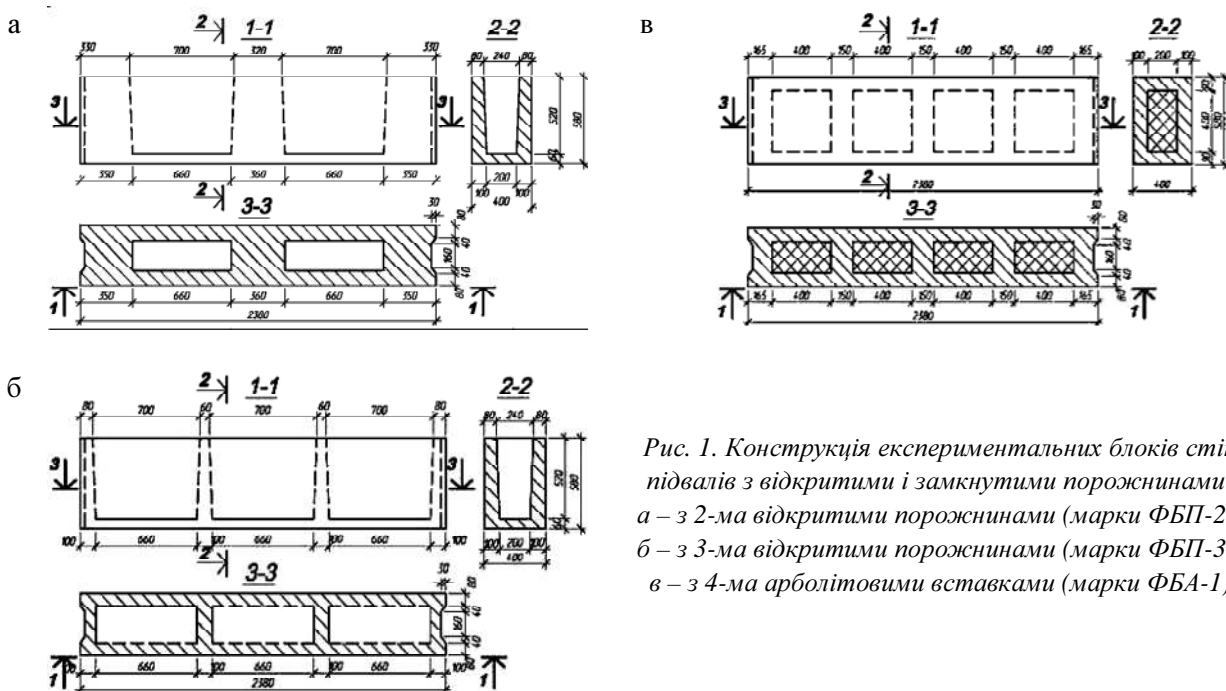


Рис. 1. Конструкція експериментальних блоків стін підвалів з відкритими і замкнутими порожнинами: а – з 2-ма відкритими порожнинами (марки ФБП-2); б – з 3-ма відкритими порожнинами (марки ФБП-3); в – з 4-ма арбалітовими вставками (марки ФБА-1)

Випробування порожнистих блоків незалежно від їхніх конструкцій і схеми завантаження (центрово чи позакентрово прикладеного) виявили спільну особливість напружено-деформованого стану перерізів з порожнинами, а саме: при високих рівнях завантаження вертикальні стінки порожнин починають “виходити” з площини (рис. 2). Такий напружено-деформований стан є

порівняно простим (одновісним) з можливою подальшою втратою стійкості, що залежить від співвідношення сторін і товщини стінки, міри її защемлення у поперечних ребрах, впливу тертя F_T з верхніми та нижніми блоками, міцності і деформативності бетону тощо (рис. 3). Наявність верхньої полиці і тим самим забезпечення цілості перерізу дає більшу стійкість і, відповідно, більшу несучу спроможність блоків із замкнутими порожнинами, що було підтверджено їхніми експериментальними дослідженнями (рис. 2).

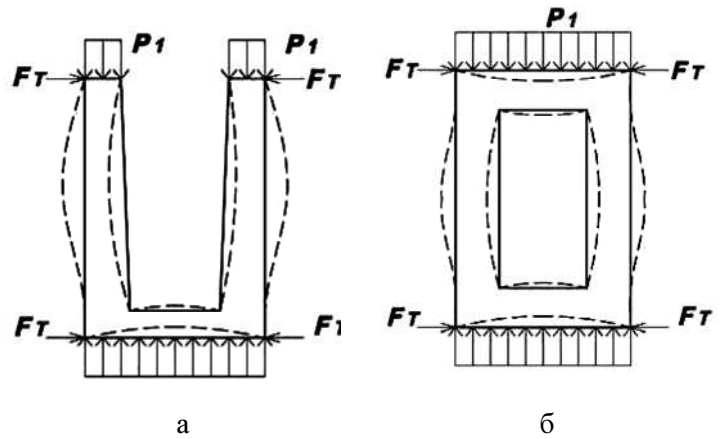
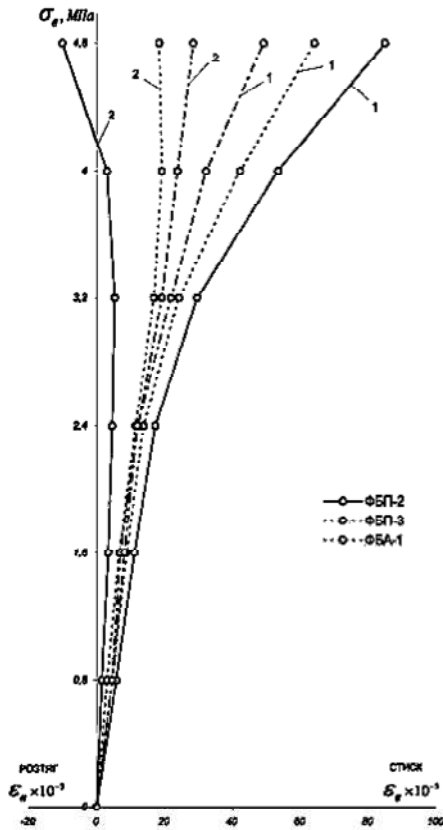


Рис. 3. Схема деформування бетонних блоків з відкритими (а) і замкнутими (б) порожнинами

Рис. 2. Усереднені залежності деформативності бетону від рівня напружень:
1 – в перерізах з поперечними ребрами;
2 – в перерізах з порожнинами

Фрагменти монолітної залізобетонної плити з трубчастими вставками. Вихідною теоретичною конструкцією для досліджень була прийнята залізобетонна монолітна плита з розмірами в плані 5×5 м (рис. 4, а). Армування як для квадратної плити – однакове в обох напрямках з розташуванням арматури лише у нижній зоні. Розміри і конструкцію плити було прийнято з урахуванням наявних вставок – картонних труб зовнішнім діаметром 110 мм з товщиною стінки 10 мм, достатньою для сприйняття тиску бетонної суміші при бетонуванні дослідних зразків. Вставки – труби розташовані з кроком 139 мм, що при загальній висоті плити 17,8 см дало порожнистість 38,4 %. З цієї плити умовно були “вирізані” дві взаємно перпендикулярні смуги (фрагменти) шириною 1 м, які були прийняті для подальшого виготовлення і досліджень. В результаті такого “вирізання” отримано два фрагменти плити однакових загальних розмірів (шириною 1 м, довжиною 5 м, висотою 178 мм), але різної конструкції (рис. 4).

Фрагмент плити ФП-1 (надалі плита ФП-1) має поперечне розташування труб, торці яких виходять на бокові грані дослідного зразка (рис. 4, а). У фрагменті плити ФП-2 (надалі плита ФП-2) порожнини розташовані у поздовжньому напрямі, аналогічно конструкції збірних порожнистих плит (рис. 4, б).

Виготовляли дослідні зразки фрагментів плит ФП-1 і ФП-2 на ВАТ “Львівський завод залізобетонних виробів № 2” на піддоні-металоформі з додатковою дерев’яною рамкою по периметру і висоті відповідно до габаритних розмірів дослідних зразків плит.

Випробування плит ФП-1 і ФП-2 виконували у лабораторії кафедри “Будівельні конструкції та мости” Національного університету “Львівська політехніка”. Кожен фрагмент випробовували окремо як вільно обперту на всю ширину коротких сторін конструкцію з відстанню між осями опор 4,85 м.

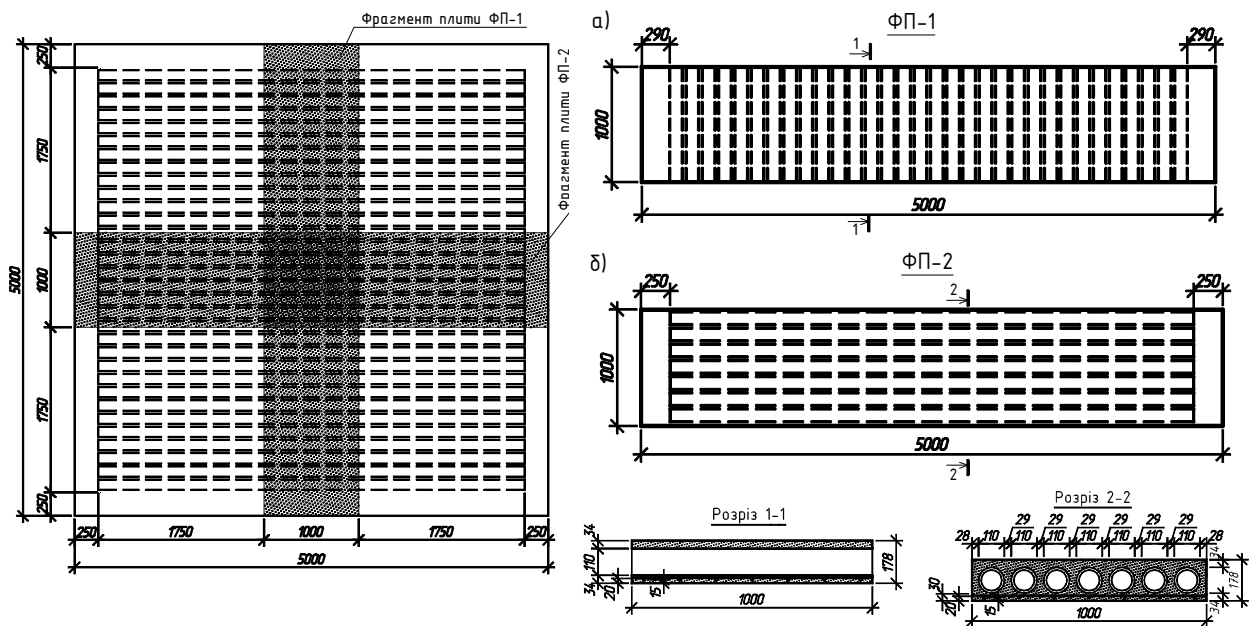


Рис. 4. План умовної плити (а) і конструкція (б) фрагментів плит ФП-1 і ФП-2

Навантажували дослідні зразки поетапно штучними вантажами, які рівномірно розкладали по всій площі плити [15].

Основні результати випробувань такі. Загальне руйнівне навантаження для плити ФП-1 становить $10,55 \text{ кН/м}^2$, з урахуванням власної ваги плити – $13,28 \text{ кН/м}^2$. Характер руйнування свідчив про те, що вичерпання міцності плити ФП-1 настало внаслідок зрізу бетону у верхній частині перерізу плити, ослабленого наскрізним отвором на всю ширину перерізу.

Плита ФП-2 при навантаженні $11,51 \text{ кН/м}^2$ не зруйнувалася, але мала значні прогини і з вимог техніки безпеки навантаження не збільшували. У такому завантаженому стані плита була залишена на добу, після чого в ній дещо збільшилися прогини, але руйнування не настало.

Отже, міцність залізобетонної плити при розташуванні трубчастих порожнин перпендикулярно до її осі є значно меншою, ніж при розташуванні цих порожнин вздовж осі.

Плоске монолітне залізобетонне перекриття розмірами в плані $7,6 \times 12,1 \text{ м}$. При реконструкції колишньої промислової будівлі під торгово-готельний комплекс в смт. В. Любінь Львівської області виникла потреба в заміні старого дерев'яного перекриття горіщного поверху з колонами в середній частині на капітальніше без проміжних опор з надбудовою повноцінного поверху. З огляду на нерівномірне осідання під час довготривалої експлуатації і пошкодження мурованих стін, розташованих по периметру, було запропоноване монолітне залізобетонне перекриття, диск якого зв'язує між собою всі стіни. Конструктивне вирішення четвертини цього перекриття, симетричного в обидвох напрямках, подано на рис. 5.

Конструювання перекриття прийнято на підставі статичних розрахунків, виконаних на ЕОМ. Загальна висота перерізу $h = 260 \text{ мм}$ прийнята насамперед з умов жорсткості. У середній частині перекриття вставки з пінополістиролу розмірами перерізу $160 \times 160 \text{ мм}$ розташовані в поперечному напрямі з відстанню між ними в плані 70 мм . В результаті у цьому напрямі маємо часторебристу конструкцію, в якій по чергово розташовані вертикальні ребра і вставки (рис. 5, переріз А-А).

У поздовжньому напрямі конструкція перекриття, на відміну від поперечного, є неоднорідною: в межах ширини вставок маємо переріз з верхньою і нижньою полицями товщиною 50 мм , між вставками – суцільний залізобетонний переріз (рис. 5, переріз Б-Б).

Для надійного анкерування арматури, розташованої в нижній частині плити, а також для забезпечення міцності похилих перерізів плити на приопорних ділянках, вставки не доводили до країв плити. Згідно з результатами статичного розрахунку, найбільші значення поперечних сил маємо на середніх приопорних ділянках, тому на цих ділянках порожниноутворювальні вставки не

доведені до стін більшою мірою (рис. 5). З огляду на меншу міцність перерізів плити на зріз у межах ширини вставок, на торцевих ділянках плити вставки були розташовані в напрямі, перпендикулярному до основного розташування вставок із значної ширини ділянками суцільного бетону між ними, в яких змонтували додаткову поздовжню верхню і поперечну арматуру. Верхня арматура також передбачена на кутових ділянках перекриття, на яких, згідно з результатами розрахунку, виникають розтягувальні напруження.

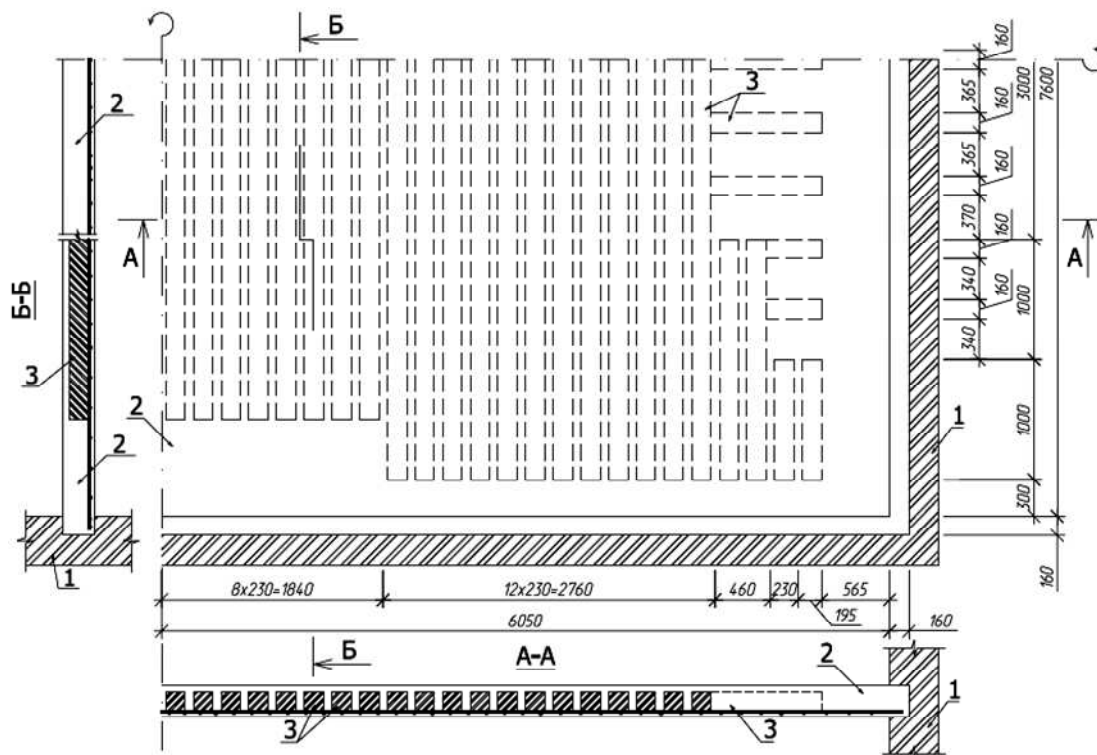


Рис. 5. Загальне конструктивне рішення перекриття:

1 – муровані стіни; 2 – монолітний залізобетон; 3 – вставки з пінопласту

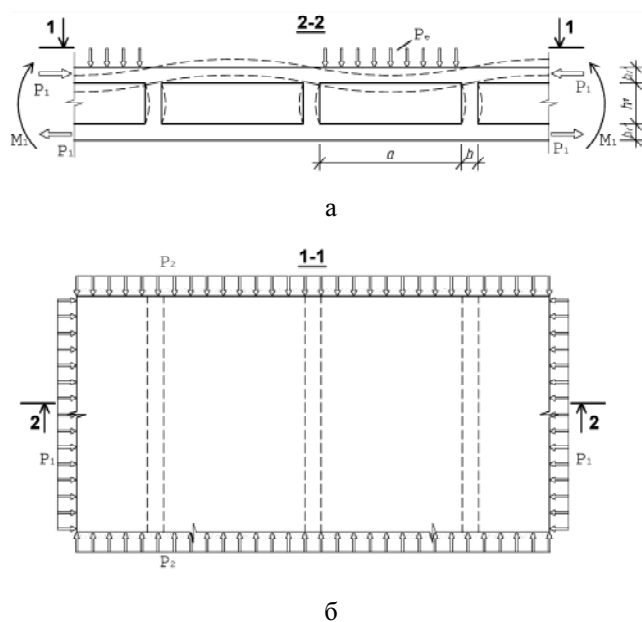


Рис. 6. Схема напружено-деформованого стану верхньої полиці перекриття у перерізах з вставками:

а – місцевий переріз; б – план

За рахунок вставок власна вага перекриття розмірами в плані $7,6 \times 12,1$ м загальною висотою 260 мм зменшилась на 32,4 %.

Випробування перекриття здійснювали з використанням попередньо зважених цеглин і піску. Детальніше конструкцію перекриття і методику його випробування подано в [15].

При нормативному навантаженні максимальне значення прогину, заміряне в середній частині, становило 4,7 мм або $1/1617$ і $1/2574$ відповідно до прольоту плити в коротшому і довшому напрямі. Це свідчить про значну жорсткість плити з вставками та про можливість ще більшої її оптимізації. Разом з тим, при випробуванні перекриття була виявлена така особливість його напружено-деформованого стану. Окремі прилади, які були розташовані

зверху плити над порожнинами, особливо за високих рівнів навантаження фіксували не деформації стискання (що, як відомо, є закономірним для верхніх волокон плитних елементів), а деформації розтягування. Очевидно, це пов'язано із складним напружено-деформованим станом перекриття у перерізах з вставками. Верхня полиця в цих перерізах зазнає двовісного стискання від загальної дії моментів у поперечному і поздовжньому напрямках і місцевої дії згинального моменту від прикладеного до перекриття рівномірно розподіленого навантаження. За відсутності на окремих ділянках місцевого навантаження полицю може вигнути з площини вгору, а за його наявності втрата стійкості може відбутися від прогинання верхньої полиці всередину (рис. 6). Можлива втрата стійкості верхньої полиці залежить від її прольоту a , товщини h'_f , товщини проміжних ребер b , величини навантаження p_e , стискаючих зусиль P_1 і P_2 тощо.

Кругле монолітне сталезалізобетонне перекриття радіусом 9,1 м. При реконструкції будівлі ресторану "Супутник" у м. Львові необхідно було улаштувати нове горизонтальне перекриття під літній критий майданчик поверх існуючого конусного чашоподібного перекриття. В консольній частині меншого півкруга будівлі це істотно збільшувало навантаження на колони і тому, для зменшення власної ваги перекриття загальною висотою 185 мм, були використані пакети пінопластових вставок загальною висотою 115 мм. Використання пінопластових вставок значних розмірів в плані дало змогу досягти порожнистості і відповідного зменшення витрати і ваги бетону 47,3 %. Фрагмент перекриття і характерний переріз подано на рис. 7; детально конструкцію перекриття див. [16].



Рис. 7. Фрагмент (а) і місцевий переріз (б) круглого перекриття з пінопластовими вставками:
1 – пінопластові вставки; 2 – металеві балки; 3 – арматура

Напружено-деформований стан круглого перекриття у перерізі з вставками є складним: окрім загальної дії моментів у радіальному і коловому напрямках, маємо додаткову дію розтягувальних або стискувальних зусиль в цих напрямках і місцевий згин верхньої площі над порожнинами від прикладеного експлуатаційного навантаження. Точне описання такого НДС є складним. Тому при розрахунку і конструюванні плити в перерізах з вставками були використані приблизні методи.

Монолітне плоске нерозрізне залізобетонне перекриття. Інший досвід використання пінопластових вставок пов'язаний з реконструкцією будівлі оздоровчого комплексу санаторію у Свалявському районі Закарпатської області. Замість перекриття з дощатим настилом у середній частині мансардного поверху необхідно було улаштувати капітальне перекриття під повноцінний поверх.

Основні конструктивні елементи перекриття – металеві балки прольотом 12 м, що розташовані з кроком 6 м у поперечному напрямі приміщення розмірами в плані 11,7×24,4 м (рис. 8). Балки прийняті з двох спарених двотаврів висотою 45 см, тобто навіть з конструктивних вимог висота балок є явно недостатньою при прольоті 12 м ($h/l = 1/27$). Тому при реконструкції перевагу віддали монолітній залізобетонній плиті на середніх звільнених ділянках перекриття, яка за допомогою

жорстких і гнучких анкерів конструктивно об'єднується з металевими балками, збільшуючи їхню загальну робочу висоту до 80 см.

Висота монолітного перекриття прийнята такою самою, як і збірних круглопорожнинних плит – 22 см. Товщина верхньої і нижньої полиці 45 мм, проміжних вертикальних ребер – 70 мм (див. рис. 8).

На відміну від попередніх перекриттів, напружено-деформований стан цього перекриття є дещо простішим. У загальному, навіть з урахуванням нерозрізності, робота монолітного перекриття є аналогічною до роботи збірних залізобетонних порожнистих плит перекриття, тобто порожнини розташовані в одному напрямі – між балками. Проте, на відміну від круглопорожнинних збірних плит перекриття з стійким овальним обрисом над порожнинами, прямолінійний обрис нижньої грані полиці над вставкою в монолітному перекритті має значний проліт (у цьому конструктивному вирішенні 500 мм), що від прикладеного зверху експлуатаційного навантаження може призвести до втрати стійкості як в поперечному напрямі, так і в поздовжньому від спільної дії місцевого і загального згинальних моментів.

Тому конструювати і армувати верхні полиці плити необхідно з урахуванням спільної дії цих силових факторів і особливостей напружено-деформованого стану, що виникає при цьому.

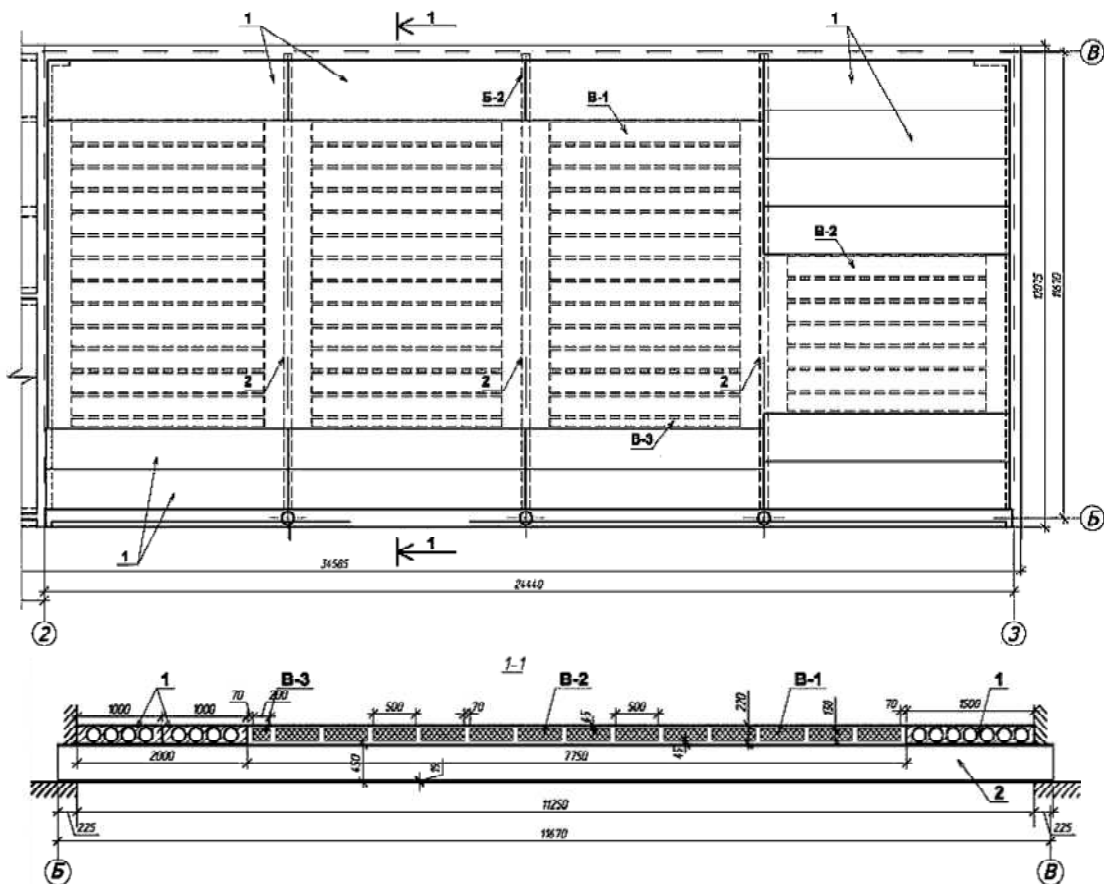


Рис. 8. Розташування вставок в плані (а) і в перерізі (б) перекриття:
 1 – існуючі порожнисті плити перекриття; 2 – металеві балки; 3 – пінопластові вставки,
 В-1 ... В-3 – марки вставок за типорозміром

Основні види напружено-деформованого стану бетонних і залізобетонних елементів з порожнинами. Як бачимо з розглянутих вище експериментальних бетонних і залізобетонних конструкцій та натурних випробувань окремих з них, в перерізах з порожнинами виникає складний напружено-деформований стан, який залежить від типу конструктивного елемента, загальної розрахункової статичної схеми, розмірів перерізу, прикладеного місцевого навантаження тощо.

Загалом основні види НДС елементів в перерізах з порожнинами можна привести до таких розрахункових схем.

При дії на полицю (ребро, стінку тощо) лише стискаючих зусиль (наприклад, блоків стін підвалів) маємо найпростіший НДС (рис. 9, а), який стосується лінійного напруженого стану. У перекриттях НДС є складнішим. Якщо плита перекриття працює у двох напрямках від загальної дії моментів, у полиці над порожниною виникає двоосьовий НДС від стискаючих напружень σ_1 і σ_2 (рис. 9, б). Це найпростіший плоский двоосьовий напружений стан. У перекриттях складної конфігурації у плані (наприклад, круглих) можлива спільна дія стискаючих і розтягуючих напружень (рис. 9, в).

При місцевій дії навантаження в полицях перекриттів з порожнинами додатково виникає місцевий згин, напруження від якого накладаються з загальними напруженнями перекриття. Залежно від загальних і місцевих умов роботи перекриття окремі можливі схеми НДС подано на рис. 10. В принципі в реальних конструкціях з порожнинами (вставками) можливе також і інше поєднання загальних та місцевих силових факторів.

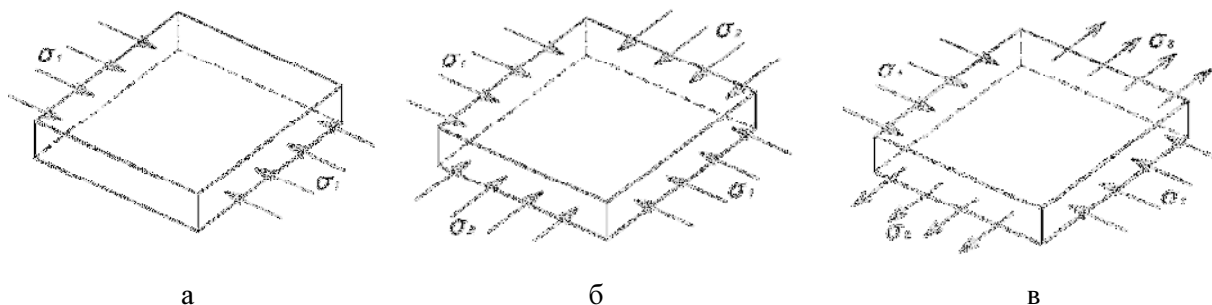


Рис. 9. Напружено-деформований стан елементів при дії стискаючих сил:

а – при одноосьовому стиску; б – при двоосьовому стиску; в – при двоосьовому розтягу і стиску

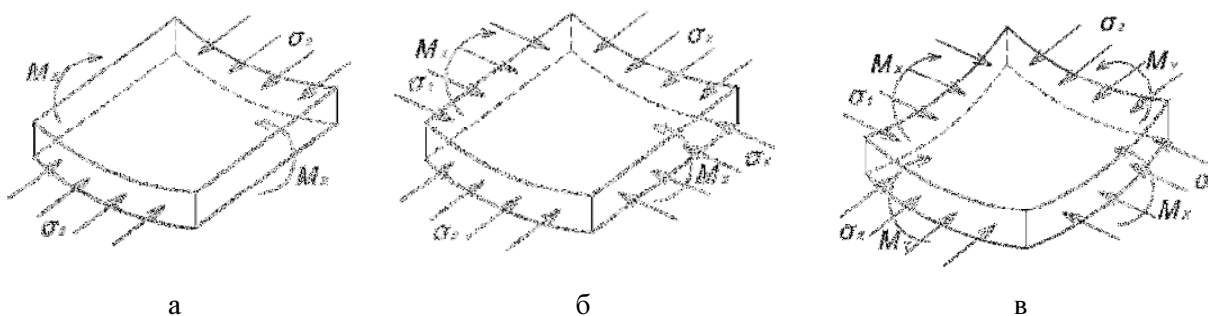


Рис. 10. Напружено-деформований стан елементів при спільній дії осьових сил і моментів:

а – при дії моментів і осьових сил у двох площинах; б – при дії осьових сил і моментів в одній площині; в – при дії осьових сил і моментів у двох площинах

Додатковим силовим і відповідно ускладнювальним для НДС фактором у перерізах з порожнинами є поперечна зрізаюча сила, що характерно насамперед для приопорних ділянок монолітних залізобетонних плит перекриття. Можливість і небезпеку раптового руйнування від такого силового впливу засвідчили випробування фрагментів перекриття з трубчастими вставками (див. вище) [15]. Схема руйнування, що відповідає такому НДС, подана на рис. 11, а. При прямокутному обрисі порожнини напружено-деформований стан порожнинного перерізу ускладнюється дією місцевого моменту M_1 (рис. 11, б).

Розташуванням самих вставок і їхніми розмірами можна регулювати несучу спроможність конструкції і добиватися приблизно однакових значень міцності нормальних (від переважаючої дії M) і похилих (від переважаючої дії Q) перерізів. Показовими у цьому плані є експериментальні дослідження, здійснені І.Д. Передерієнком з тришаровими плитними елементами [17]. В одному з варіантів для більшого облегшення плит використовували гіпсові П-подібні коробки. Квадратні у плані вільно оперті плити розмірами 5,3×5,3 м з коробами, розміщеними в одному напрямку, руйнувалися по похилих перерізах задовго (66,5 %) до вичерпання міцності нормальних перерізів. При раціональнішому розташуванні коробів (по діагоналях) несуча спроможність нормальних

перерізів була використана повністю – плита зруйнувалась від дії моменту, а не поперечної сили. Отже, формоутворенням зсередини можна конструювати залізобетонні елементи з майже однаковою несучою спроможністю нормальних і похилих перерізів за незмінних габаритних розмірів.

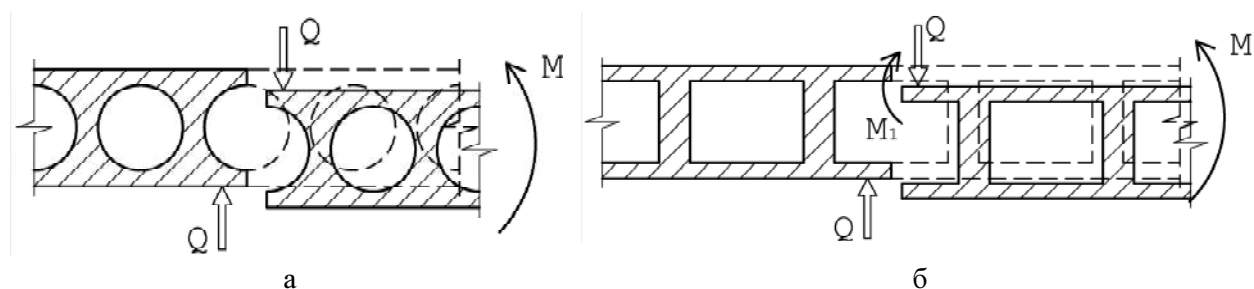


Рис. 11. Схема руйнування порожнистих перерізів від дії зрізаючих сил:
а – круглої конфігурації; б – прямокутної конфігурації

Очевидно, що для забезпечення кращої стійкості верхньої полиці залізобетонних плит перекриття порожнинам доцільно надати вгорі склепінчастого обрису, особливо за значного поперечного розміру порожнин. У такому разі, на відміну від прямокутної порожнини, можна не передбачати армування полиці при практично однаковій площі порожнини (рис. 9).

Проте напружено-деформований стан перерізу із змінними по висоті порожнинами є складнішим порівняно з перерізом з прямокутними незмінними по висоті порожнинами, особливо при спільній дії загальних і місцевих силових факторів в обидвох напрямках.

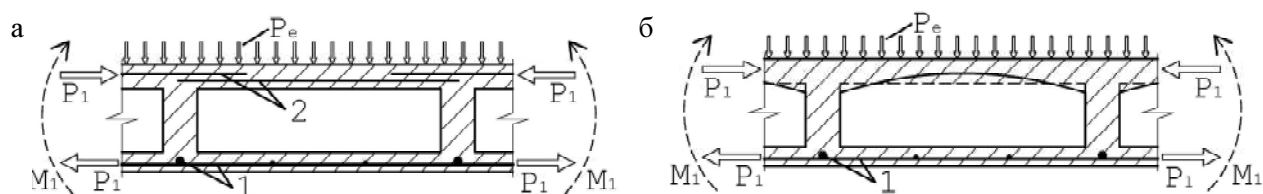


Рис.12. Дія загальної і місцевої силових факторів на рівновеликі за площею порожнин перерізи з прямокутними (а) і склепінчастими (б) обрисами:
1 – нижня арматура; 2 – верхня арматура

Окремим ускладнювальним фактором для плит неоднорідної (комплексної) конструкції є температурний вплив, зокрема від пожеж. Для його урахування можна використати розробки, запропоновані в дослідженнях [18].

Як бачимо, проблема ефективного у конструктивному плані порожниноутворення пов'язана з моделюванням складного НДС, який залежить від багатьох чинників: від силових і термомеханічних впливів, від геометричних, міцнісних і деформаційних характеристик матеріалів тощо. Додатковим удосконалювальним фактором є те, що бетон є не пружним, а пружно-пластичним матеріалом, особливо при високих рівнях напружень.

Як зазначено в роботі Ю.П. Гуці [19], істотної економії матеріалів і їхньої вартості, особливо в конструкціях масового виготовлення, можна досягти на основі методів оптимального проектування. Великого значення при цьому набуває теорія розрахунку конструктивних елементів складних форм. Автор наголошує: “Істотного розвитку вимагають методи розрахунку і проектування збірно-монолітних і особливо монолітних конструкцій. Поряд з можливістю створення нових ефективних форм це забезпечує зменшення витрат металу, цементу і скорочення трудозатрат”.

Порожнини, зокрема з використанням вставок, дають змогу створити такі форми як в збірних, так і в численних монолітних і збірно-монолітних конструкціях, де вони можуть мати широке застосування.

Отже, проблему порожниноутворення необхідно розглядати в комплексі з розвитком методів проектування і вдосконаленням теорії розрахунку таких ефективних елементів.

Висновки. 1. Бетонні і залізобетонні конструкції, оптимізовані порожниноутворенням, у перерізах з порожнинами мають складний напружено-деформований стан, який залежить від багатьох чинників.

2. Конфігурацію, розміри і розташування порожнин (вставок) необхідно приймати з урахуванням загального статичного розрахунку конструкцій; насамперед це стосується монолітних плоских залізобетонних перекриттів, у яких формоутворенням зсередини можна забезпечити практично однакові значення міцності нормальних і похилих перерізів.

3. Проблема оптимізації бетонних і залізобетонних конструкцій порожниноутворенням необхідно розглядати в комплексі з розвитком нових методів проектування і удосконалення теорії їх розрахунку.

1. Некрасов А.С. Экономическая эффективность железобетонных колон и балок различной формы поперечного сечения // Экономическая эффективность применения несущих конструкций из разных материалов в сельскохозяйственном строительстве: Сб. научн. тр. – М., 1974. – С. 35–52.
2. Матвеев В.Г. Кришын А.Л., Варламов А.А. Стержневые элементы пустотного сечения // Бетон и железобетон. – М., 1993. – № 1. – С. 2–4.
3. Деклараційний патент на винахід. Мельник І.В. Спосіб виготовлення пустотілих бетонних і залізобетонних виробів // Державний департамент інтелектуальної власності. Бюл. № 7-II від 15.12.2000 р.
4. Мельник І.В. Оптимізація залізобетонних конструкцій з допомогою ефективних вставок // Проблеми теорії і практики будівництва: Зб. наук. статей. Т. IV. – Львів, 1997. – С. 89–90.
5. Підбір складу і дослідження в лабораторних умовах легкого конструктивного матеріалу на основі відпадків промисловості // Технічна інформація з науково-дослідні роботи по темі № 5656. – Львів, 1994.
6. Шаповалов А.Н., Мироненко Н.Ю. Использование полимерных вкладышей в изгибаемых железобетонных элементах // Научно-практичні проблеми сучасного залізобетону: Зб. Тез I-ї Всеукраїнської наук.-техн. конф. – К., 1996.
7. Євстаф'єв В.І. Полегшені багатошарові перекриття для архітектурно-будівельних систем з широким кроком несучих конструкцій: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – К., 2004. – 18 с.
8. Артюх В.Г., Санников И.В. Экспериментальное исследование монолитной железобетонной плиты с цилиндрическими пустотами // Научно-технічні проблеми сучасного залізобетону: Міжвід. наук.-техн. зб. – К., 2007.
9. Деклараційний патент на винахід UA 34358A. Бетонний порожнистий блок. – Бюл. № 1 – II від 15.12.2001 р.
10. Мельник І.В., Паньків М.І. Ефективні блоки стін підвалів // Вісн. Рівненського ДТУ. – Рівне, 1999. – С. 212–217.
11. Мельник І.В., Паньків М.І. Дослідження блоків стін підвалів з арболітовими вставками // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне, 2000. – Вип. 3. – С. 211–215.
12. Мельник І.В., Паньків М.І. Міцність і деформативність бетонних блоків стін підвалів з відкритими порожнинами при центральному навантаженні // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне, 2001. – Вип. 5. – С. 198–202.
13. Мельник І.В., Паньків М.І. Бетонні порожнисті стіни підвалів // Будівельні конструкції: Міжвідом. наук.-техн. зб. – К., 2002. – Вип. 56. – С. 351–356.
14. Мельник І.В., Паньків М.І. Експериментальні дослідження бетонних блоків з відкритими порожнинами // Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”. – 2002. – № 441. – С. 137–142.
15. Мельник І.В., Сорохтей В.М. Конструктивні рішення плоских монолітних залізобетонних перекриттів з ефективними вставками і експериментальне дослідження їх фрагментів // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. пр. – Рівне, 2006. – Вип. 14. – С. 253–260.
16. Мельник І.В., Царинни О.Ю., Сорохтей В.М. Конструювання і дослідження плоских монолітних перекриттів з ефективними вставками // Будівельні конструкції: Міжвідом. наук.-техн. зб. – К.: НДІБК, 2007. – Вип. 67. – С. 794–801.
17. Передерієнко И.Д. Экспериментальное исследование трехслойных илакожелезобетонных изгибаемых элементов с обычным армированием: Дис. ...канд. техн. наук. – Львов, 1958.
18. Демчина Б.Г. Вогнестійкість одно- і багатошарових просторових будівель: Автореф. дис. ...д-ра техн. наук. – Харків, 2003.
19. Гуца Ю.П. Влияние формы поперечного сечения элементов на прочность, трещиностойкость и деформативность // Бетон и железобетон. – 1987. – № 5. – С. 19–20.