

**БУДІВЕЛЬНІ КОНСТРУКЦІЇ**

УДК 65.059.7:624.012.3

**І. М. Бабій**  
**В. Г. Коломійчук****ЕФЕКТИВНІ ПОПЕРЕДНЬО НАПРУЖЕНІ МОНОЛІТНІ  
ЗАЛІЗОБЕТОННІ ПЕРЕКРИТТЯ З ВИКОРИСТАННЯМ  
ВКЛАДИШІВ-ПУСТОТООУТВОРЮВАЧІВ, ЯКІ НЕ  
ВИЙМАЮТЬСЯ**

Одеська державна академія будівництва та архітектури

*Наведена технологія влаштування попередньо напруженої в будівничих умовах залізобетонної плити перекриття, яка полегшена пластиковими пустотоутворювачами. Ефективність такого конструктивного рішення зумовлена дією попереднього стиску бетону розтягнутої зони при зниженні власної ваги конструкції за рахунок влаштування пустот.*

*Наведено основні вимоги до матеріалів і виробів, необхідних для влаштування порожнеч у тілі конструкції і попереднього напруження арматури плит.*

*Отримані співвідношення товщини плити перекриття, витрат бетону і арматури в БПНК в залежності від довжини прольоту каркасної будівлі, які показують перевагу застосування попередньо напруженої арматури над звичайною.*

*Ключові слова: попередньо напружений залізобетон, пустотоутворювачі, технологія влаштування, економічний ефект.*

**Вступ**

При зведенні каркасно-монолітних будівель однією з основних технологічних задач є зменшення матеріало- і трудомісткості виробництва. Використовувані для цих цілей конструктивно-технологічні рішення досить різноманітні і по-своєму ефективні. Можливо вирішити актуальну задачу збільшення кроку колон каркасної будівлі при збереженні несучої здатності каркаса в цілому. Так, попереднє напруження арматури монолітних залізобетонних плит значно підвищує їх несучу здатність, тріщиностійкість та жорсткість і тим самим дозволяє зменшити перетин елементів, що згинаються, знижуючи таким чином власну вагу каркасної будівлі. Додатково зменшення ваги монолітного перекриття досягається за рахунок влаштування в ньому пустот шляхом установки порожніх пустотоутворювачів, що використовуються у сучасних передових технологіях.

*Метою роботи є вивчення технології влаштування в умовах будівельного майданчику попередньо напруженої залізобетонної плити перекриття, яка полегшена пластиковими пустотоутворювачами.*

**Результати дослідження**

Перекриття з попередньо напруженого залізобетону (ПНЗБ) в порівнянні з не напруженими мають значно менші прогини і підвищену тріщиностійкість, володіючи однаковою міцністю, що дозволяє перекривати великі прольоти при рівному перерізі елементу.

Використання прогресивних конструктивно-технологічних схем зведення будівель, які передбачають застосування технології ПНЗБ у процесі будівництва, застосовано в безригельних попередньо напружених каркасах (БПНК).

У результаті застосування ПНЗБ вдається зменшити загальну вагу будівель до 40% і суттєво знизити матеріаломісткість (витрату арматури і бетону) зі збереженням високого рівня показників надійності конструкцій. Собівартість будівництва будівель скорочується до 30% [1].

Поряд з економічним ефектом технологія попереднього напруження арматури дозволяє суттєво розширити архітектурно-планувальні рішення проєктованих будівель і споруд різноманітного призначення.

Графіки зміни співвідношення товщини плити перекриття, витрат бетону і арматури в БПНК в залежності від довжини прольоту будівлі наведені на рисунках 1-3. Ефективність застосування ПНЗБ зростає зі збільшенням прольотів будівлі.

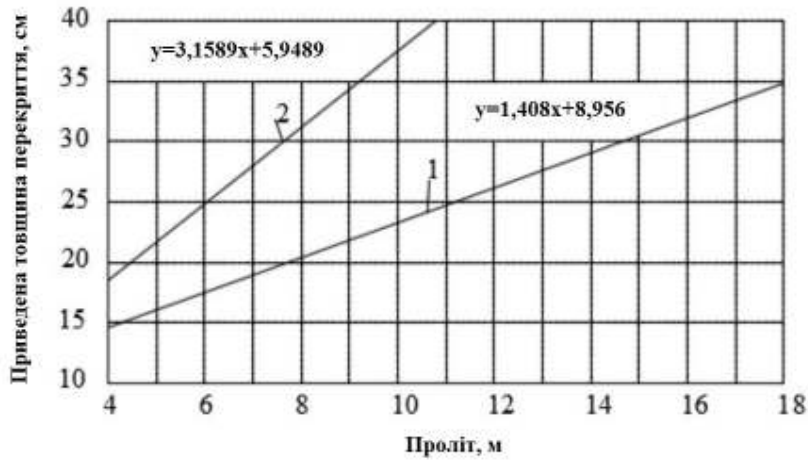


Рисунок 1 – Співвідношення довжини прольоту і приведеної товщини перекриття в будівлях із застосуванням попередньо напруженої (1) і звичайної арматури (2)

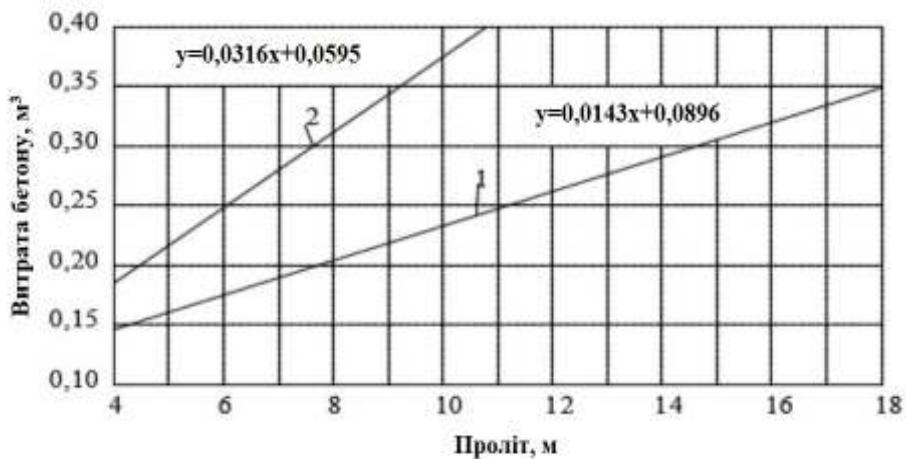


Рисунок 2 – Витрата бетону в БПНК будівель в залежності від довжини прольоту з застосуванням попередньо напруженої (1) і звичайної арматури (2)

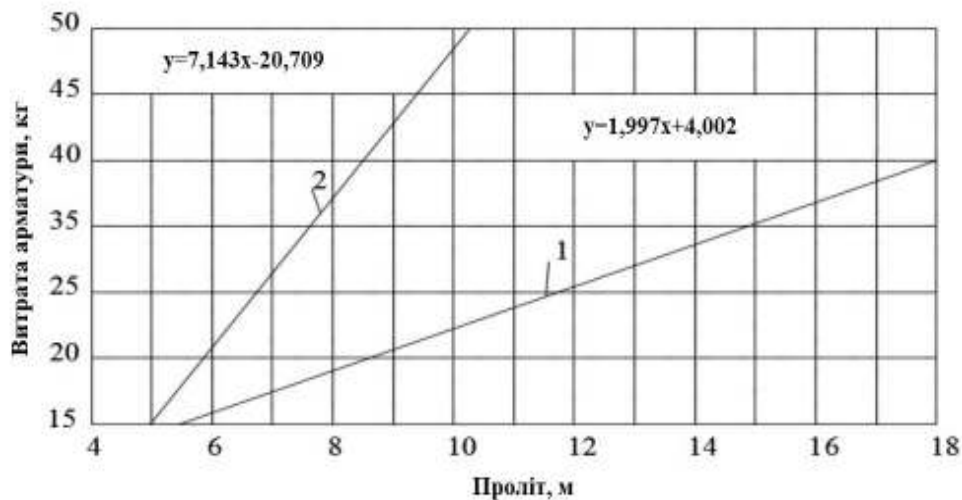


Рисунок 3 – Витрата арматури в БПНК будівель в залежності від довжини прольоту з застосуванням попередньо напруженої (1) і звичайної арматури (2)

Покращення конструктивних рішень монолітних залізобетонних перекриттів з попереднім напруженням арматури в будівельних умовах можливо із застосуванням вкладишів-пустотоутворювачів (рис. 4), які дозволяють зменшити вагу конструкції шляхом видалення з неї матеріалу, який не бере участі в роботі, не погіршивши при цьому міцнісні характеристики. Залізобетонні перекриття з вкладишами можуть мати несучу здатність і згинальну жорсткість більше, а вага на 20-40% менше, ніж в суцільних елементах.

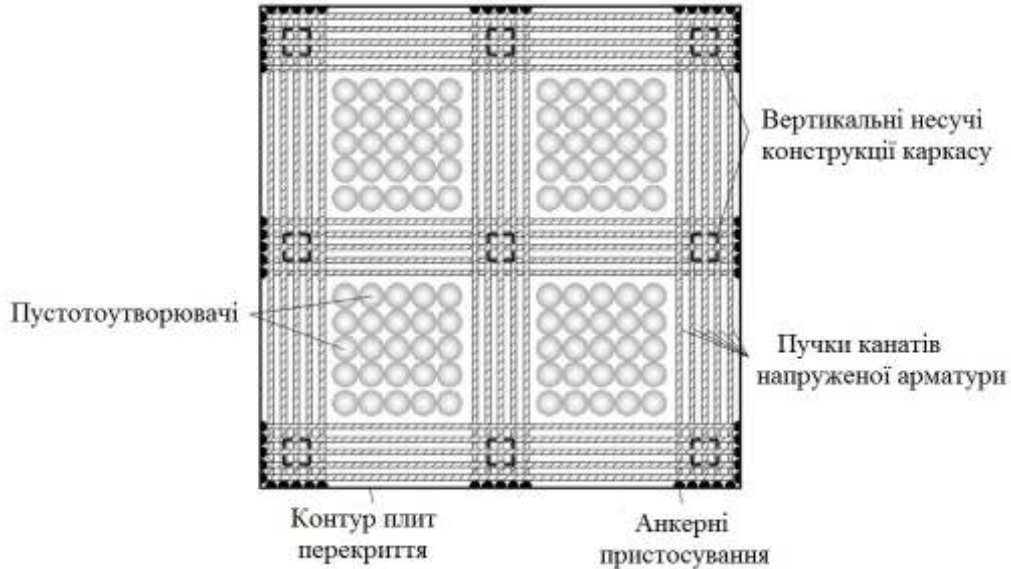


Рисунок 4 – Конструкція монолітної попередньо напруженої плити перекриття з вкладишами-пустотоутворювачами, що не виймаються

В якості вкладишів-пустотоутворювачів знайшли широке застосування уніфіковані модулі з полімерних матеріалів різної форми. До технологій виготовлення полегшених залізобетонних перекриттів з вкладишами-пустотоутворювачами, що не виймаються, відносяться: Airdeck, Bubble Deck, Nautilus, Cobiax, Beepate, U-Boot Beton, U-Bahn Beton і Donut Type.



Рисунок 5 – Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Airdeck

За технологією Airdeck (рис. 5) [3] на заводі виготовляють нижню обшивку плити перекриття у вигляді збірної залізобетонної конструкції з втопленими пластиковими елементами airboxes. Нижня обшивку плити перекриття має стандартні розміри: товщину 60 мм, довжину 9 м і ширину до 4 м. Вкладиші-пустотоутворювачі airboxes отримують литтям під тиском повторно використаного поліпропілену. Робочі розміри вкладишів-коробок 200× 200 мм, а висота залежить від товщини перекриття і змінюється в інтервалі від 120 до 350 мм. Основні техніко-економічні показники конструкцій монолітних попередньо напружених залізобетонних перекриттів за технологією Airdeck наведені в таблиці.

За технологією Bubble Deck в якості пустотоутворювачів (рис. 6) [3] застосовують порожнисті кулі сферичної або еліптичної форми з переробленого пластику (поліетилен, полівінілпропілен або полівінілхлорид) діаметром від 180 до 360 мм, в залежності від товщини бетонної плити перекриття. Вкладиші розташовані всередині арматурного модуля і утримуються в проектному положенні завдяки спеціальній формі осередків нижньої і верхньої арматурної сітки. Основні техніко-економічні показники конструкцій монолітних попередньо напружених залізобетонних перекриттів за технологією Bubble Deck наведені в таблиці.



Рисунок 6 – Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Bubble Deck

За технологією Sobiax (рис. 7) [4, 5] для влаштування полегшених залізобетонних перекриттів застосовують технологічний арматурний модуль для просторової фіксації пустотоутворювачів у тілі плити в проектному положенні і запобігання зміни цього положення в ході бетонування. У арматурному каркасі розташовують пустотоутворювачі, виготовлені з вторинного поліпропілену. Розрізняють два типи лінійних арматурних модулів з вкладишами-пустотообразователями, що не виймаються: у формі еліпсоїда обертання (система «Slim-Line») для бетонування перекриттів товщиною від 200 до 350 мм і у формі сферичного кулі (система «EcoLine») для перекриттів товщиною від 300 до 600 мм.

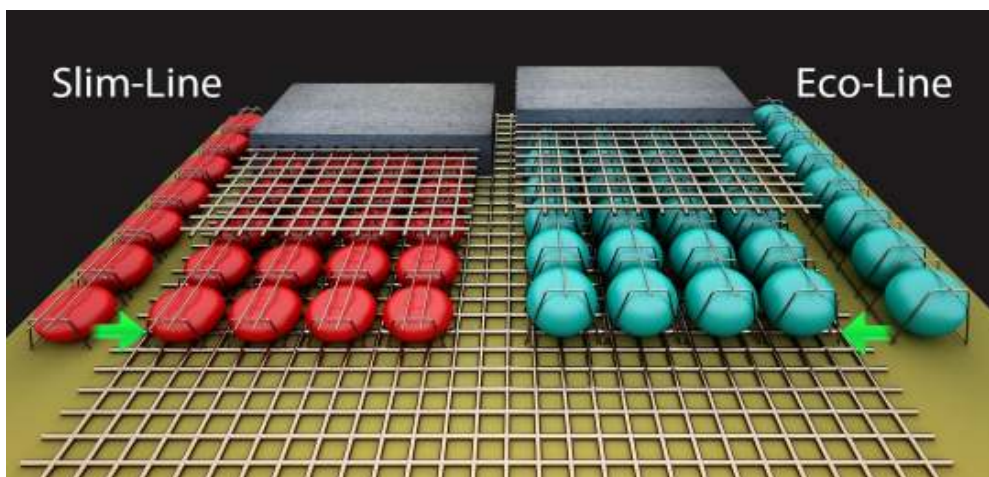


Рисунок 7 – Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Sobiax

Проектування монолітної залізобетонної плити перекриття із застосуванням порожнистих вкладишів за технологією Sobiax здійснюється аналогічно проектуванню масивних залізобетонних елементів відповідно до діючих будівельних норм. На першому етапі розраховується на необхідне навантаження конструкція, підбирається її армування і виконується її конструювання. Результати розрахунку переносяться у калькулятор технології Sobiax для розміщення арматурних модулів у конструкцію. За результатами підбирається тип модулів, і розраховуються параметри конструкції.

**Техніко-економічні показники конструкцій перекриттів**

Конструктивна товщина перекриття, см	Об'єм вкладиша, см <sup>3</sup>	Крок вкладишів, см	Кількість вкладишів, шт	Об'єм вкладишів, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup>	Приведена товщина перекриття, см
<b>Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Airdeck</b>					
22	4100	30	11	0,045	17,5
28	6300	30	11	0,069	21,1
34	8600	30	11	0,094	24,6
39	10500	30	11	0,115	27,5
45	12900	30	11	0,142	30,8
<b>Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Bubble Deck</b>					
23	3052	20	25,3	0,076	15,4
28	5500	25	17,2	0,095	18,5
34	10300	30	11,2	0,115	22,5
39	16200	35	8,3	0,134	25,6
45	24400	40	6,2	0,153	29,7
<b>Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Cobiax «Slim-Line»</b>					
20	6364	35	8,8	0,056	14,4
22	7500	35	8,8	0,066	15,4
25	8523	35	8,8	0,075	17,5
28	9545	35	8,8	0,084	19,6
30	10568	35	8,8	0,093	20,7
32	11591	35	8,8	0,102	21,8
35	12727	35	8,8	0,112	23,8
38	14091	35	8,8	0,124	25,6
40	15341	35	8,8	0,135	26,5
<b>Вкладиші-пустотоутворювачі за технологією Cobiax «Eco-Line»</b>					
40	10300	30	11,2	0,115	28,5
45	16200	35	8,3	0,134	31,6
50	24400	40	6,2	0,153	34,7
55	33400	45	5,1	0,172	37,8
60	65400	50	2,9	0,191	40,9

На другому етапі проводиться уточнюючий розрахунок міцності конструкції зі зміненими параметрами – власною вагою плити і геометричними розмірами (при необхідності). Підсумок розрахунку – обчислення місць установки модулів і остаточні параметри конструкції.

**Висновки**

- Попереднє напруження арматури монолітних залізобетонних плит, а також влаштування в них пустот шляхом установки порожніх пустотоутворювачів, що використовуються у сучасних передових технологіях дозволяють зменшити власну вагу конструкції і каркасної будівлі в цілому.
- Отримані співвідношення товщини плити перекриття, витрат бетону і арматури в БПНК в залежності від довжини прольоту каркасної будівлі показують перевагу застосування попередньо напруженої арматури від звичайної.
- Наведено основні вимоги до матеріалів і виробів, необхідних для влаштування порожнеч у тілі конструкції і попереднього напруження арматури плит.
- Аналіз техніко-економічних показників ефективних конструктивних рішень дозволяє зробити висновок про їх використання для прольотів будівель, при яких застосування монолітних залізобетонних плит з ненапруженою арматурою неможливий.



СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Асатрян Л. В. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, 2008. – № 2. – С. 55–57.
2. AirDeck® System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.airdeck.com/>.
3. BubbleDeck® System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.bubbledeck-uk.com/>.
4. Cobiax Technologies AG [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cobiax.com/startseite>
5. Cobiax® System. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.cobiax.cl>

**Бабій Ігор Миколайович** – канд. техн. наук, доцент кафедри технології будівельного виробництва Одеської державної академії будівництва та архітектури.

**Коломійчук Вероніка Григорівна** – студентка Одеської державної академії будівництва та архітектури.

**I. Babiy**

**V. Kolomiychuk**

**EFFECTIVE PRESTRESSED MONOLITH REINFORCED CONCRETE  
SLABS WITH USING NON-REMOVABLE INSERTS-BLOCKOUTS**

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

*The paper presents technology for installation of floor slabs lightened by plastic core drivers which are preliminary stressed under construction conditions. Efficiency of such constructive solution is justified by the action of preliminary concrete compression in the tensile zone while reducing structure dead weight due to void arrangement.*

*The basic requirements for the materials and products necessary for the installation of voids in the body of the design and the previous tension of the valve fittings are given.*

*The relationship between thickness of the slab, cost of concrete and reinforcement in the BPNC, depending on the length span of the frame structure, show the advantage of using pre-stressed reinforcement over the normal.*

*Keywords: preliminary stressed concrete, inserts-blockouts, concrete, technology of arrangement, economic effect*

**Igor Babiy** – Associate professor, assistant professor of Department of Technology of building production, Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

**Veronika Kolomiychuk** – student of Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture.

**И. Н. Бабий**

**В. Г. Коломийчук**

**ЭФФЕКТИВНЫЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНО НАПРЯЖЕННЫЕ  
МОНОЛИТНЫЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ С  
ПРИМЕНЕНИЕМ НЕИЗВЛЕКАЕМЫХ ВКЛАДЫШЕЙ-  
ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

*Представлена технология устройства предварительно напряженной в построечных условиях плиты перекрытия, облегченной пластиковыми пустотообразователями. Эффективность такого конструктивного решения обусловлена действием предварительно обжатия бетона растянутой зоны при снижении собственного веса конструкции за счет устройства пустот.*

*Приведены основные требования к материалам и изделиям, необходимых для устройства пустот в теле конструкции и предварительно напряжения арматуры плит.*

*Полученные соотношения толщины плиты перекрытия, расходов бетона и арматуры в БПНК в зависимости от длины пролета каркасного здания, которые показывают преимущество применения предварительно напряженной арматуры над обычной.*

*Ключевые слова: предварительно напряженный железобетон, пустотообразователи, технология устройства, экономический эффект.*

**Бабий Ігорь Николаевич** – канд. техн. наук, доцент кафедры технологи строительного производства Одесской государственной академии строительства и архитектуры

**Коломийчук Вероника Григорьевна** – студентка Одесской государственной академии строительства и архитектуры.