

БУДІВЛІ ТА СПОРУДИ

УДК 624.074.2:624.012.45

ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЙОМНО-ЩИТОВОЇ ОПАЛУБКИ

ВОЗВЕДЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОДЪЕМНО-ЩИТОВОЙ ОПАЛУБКИ

ERCTION OF MONOLITHIC FERRO-CONCRETE DOMES WITH USE OF A RISING-PANEL BOARD TIMBERING

Белов Д.В., к.т.н., (Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка), **Ковтун В.В., магістрант** (Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка), **Ковтун Е.В., магістрант**, (Донбаська національна академія будівництва і архітектури, м. Макіївка),

Белов Д.В., к.т.н. (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка), **Ковтун В.В., магистрант** (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка),

Ковтун Э.В., магистрант (Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, г. Макеевка)

Belov D. V., candidate of technical séance, (Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka), **Kovtun V.V., undergraduate**, (Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka), **Kovtun E.V., undergraduate**, (Donbass National Academy of Civil Engineering and Architecture, Makeevka)

Запропонована нова купольна опалубка, яка дозволяє вирішити деякі технічні труднощі при зведенні монолітних залізобетонних куполів. Показаний устрій опалубки і принцип її роботи на різних стадіях зведення куполу.

Предложена новая купольная опалубка, которая позволяет решить некоторые технические трудности при возведении монолитных железобетонных куполов. Показано устройство опалубки и принцип её работы на различных стадиях возведения купола.

The new dome timbering which allows to solve some technical difficulties at erection of monolithic ferro-concrete domes is offered. The device of a

timbering and a principle of its work at various stages of erection of a dome is shown.

Ключевые слова:

Купол, опалубка, оболонка, бетонування.

Купол, опалубка, оболочка, бетонирование.

Dome, planking, cover, concreting.

Актуальність теми. Проблеми проектування великих за розміром будівель без важких трудомістких покриттів і проміжних опор поставили перед архітекторами і конструкторами завдання створення легких і міцних склепінчастих конструкцій. Просторово зігнуті і тонкостінні, ці конструкції, завдяки безперервності і плавності геометричних форм, мають властивість рівномірного розподілу сил по усьому перерізу. Сама геометрія форми допомагає їм стати міцніше.

У минулому столітті були розроблені і реалізовані у будівництві різні типи монолітних і збірних залізобетонних тонкостінних куполів-оболонк складної конструкції для покриттів великопрогінних будівель і споруд: сферичні, зонтичні, ребристі і інших видів кривизни.

Зменшення маси конструкцій і споруд є однією з основних тенденцій у будівництві. Зниження маси означає зменшення об'єму матеріалу, необхідності його здобичі, переробки, транспортування і монтажу. Тому цілком природний інтерес, який виникає у будівельників і архітекторів до нових форм конструкцій, що дають особливо великий ефект в покриттях. У купольних оболонках якнайповніше використовуються пластичні і міцнісні можливості матеріалу, що в порівнянні з покриттями з лінійних і плоских конструкцій, знижують витрату бетону на 30-35% і сталі на 20-25%. Маса залізобетонного ребристого покриття при порівняно невеликих прогінах складає 400 - 500 кг/м² площі, що перекривається; маса залізобетонних куполів при прогінах 40 - 50 м складає близько 300 кг/м². Застосування великопрогінних купольних конструкцій дає можливість максимально використати якості несучого матеріалу і отримати за рахунок цього легкі і економічні покриття. Проте зведення куполів вимагає облаштування складної опалубки, вартість якої співпадає з вартістю власне куполу.

Тому **метою** цієї статті є пропозиція вдосконалених організаційно-технологічних рішень зведення монолітних куполів за рахунок застосування принципово нового конструктивно-технологічного рішення купольної опалубки.

Порядок роботи опалубної системи.

При монтажі купольної опалубки в геометричному центрі куполу, що зводиться, на фундаменті 13 монтують тимчасову опору 3 (Рис.1). На тимчасову опору 3 надягнуті рухливі кільця 4 і нерухоме кільце 5, закріплене

у верхній частині опори, яке служить підставою для опалубки верхнього опірною кільця куполу 6.

Потім монтується внутрішня опалубка куполу 2, яка є двома симетричними секторами куполу, які сполучені шарнірною тягою змінної і постійної довжини 7 і 8 з рухливими кільцями 4. Опалубка нижнього опірною кільця куполу 1 влаштовується по периметру споруди, що зводиться, її щити не сполучені з палубою внутрішньої опалубки куполу 2.

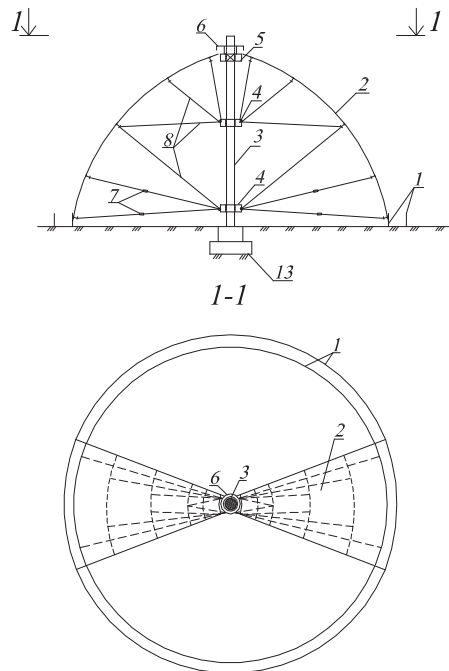


Рис. 1. Монтаж опалубки куполу

1- щити опалубки нижнього опірною кільця; 2 - внутрішня опалубка куполу; 3 - тимчасова опора; 4 - рухливі кільця; 5 - нерухоме кільце; 6 - опалубка верхнього опірною кільця; 7 - шарнірні тяги змінної довжини; 8-шарнірні тяги постійної довжини; 13 - фундамент тимчасової опори

Після монтажу елементів опалубки виконується установка арматури куполу. Першим виконується облаштування арматури нижнього опірною кільця по усьому периметру, при цьому залишають випуски арматури для подальшого з'єднання з сітками оболонки куполу.

Армування оболонки роблять сітками, підготовленими заздалегідь. Ширина сітки більше ширини секторів на 200-250 мм для подальшого утворення випусків арматури, необхідних для з'єднання сіток однієї з одною.

Рулони сіток подають краном до оголовку тимчасової опори, після чого виконують розкочування рулону зверху вниз, закріпивши верхній край сітки до арматури верхнього опірною кільця куполу, встановленої задалегідь в опалубці 6.

Укладання і ущільнення бетонної суміші роблять по ярусах симетрично в двох секторах один назустріч одному (Рис. 2). Щити зовнішньої опалубки 9 після набору бетоном распалубочної міцності переставляють вгору і закріплюють на наступному ярусі сектора, потім бетонують далі і процес повторюється. Ущільнення бетонної суміші виконується навісним вібратором, закріпленим на щиті зовнішньої опалубки 9. Щоб уникнути витікання бетонної суміші з бічних сторін сектора внутрішньої опалубки 2 влаштовуються знімні борти, на які також спирається і зовнішня опалубка 9.

Зовнішні щити опалубки залежно від рухливості бетонної суміші можна використати лише до половини висоти сектора (чи трохи вище), поки залишається небезпека сповзання свіжоукладеної бетонної суміші.

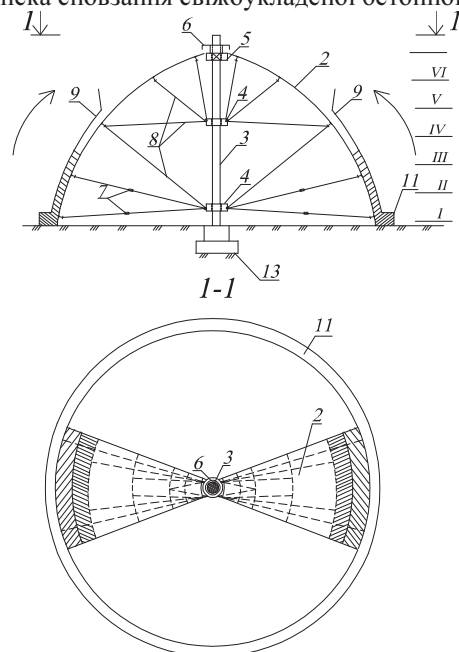


Рис. 2. Бетонування оболонки куполу
 2- внутрішня опалубка куполу; 3 - тимчасова опора; 4 - рухливі кільця; 5 - нерухоме кільце; 6 - опалубка верхнього опорного кільця; 7 - шарнірні тяги змінної довжини; 8- шарнірні тяги постійної довжини; 9 - зовнішня опалубка куполу; 11 - нижнє опорне кільце; 13 - фундамент тимчасової опори

Облаштування верхнього опорного кільця виконується при закінченні бетонування двох перших секторів куполу, сполучаючи їх в єдину «арку» (Рис.3). У нижній частині верхнього опорного кільця також влаштовані випуски арматури для з'єднання з сітками оболонки куполу.

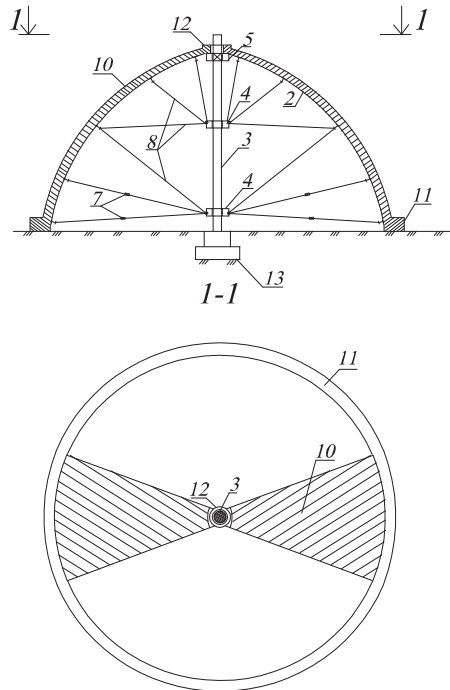


Рис. 3. Забетоновані перші два сектори куполу

2- внутрішня опалубка куполу; 3 - тимчасова опора; 4 - рухливі кільця; 5 - нерухоме кільце; 7 - шарнірні тяги змінної довжини; 8-шарнірні тяги постійної довжини; 10 - оболонка куполу; 11 - нижнє опорне кільце; 12 - верхнє опорне кільце; 13 - фундамент тимчасової опори

Після набору бетоном необхідної міцності виконується розпалубка в такій послідовності. Рухливі кільця 4 опускаються на деяку відстань, при цьому передаючи зусилля через шарнірні тяги 7 і 8, на сектори опалубки 2. Відбувається відрив палуби від бетону (Рис. 4).

Після цього зменшують довжину тяг 7, наближаючи нижню частину секторів опалубки до тимчасової опори, при цьому верхня частина сектора навпаки відкланяється від неї за рахунок того, що тяги 8 кріпляться до рухливих кілець 4 шарнірно. Внаслідок чого між бетоном оболонки куполу 10 і палубою внутрішньої опалубки 2 утворюється проміжок «а», який дозволяє зробити обертання системи.

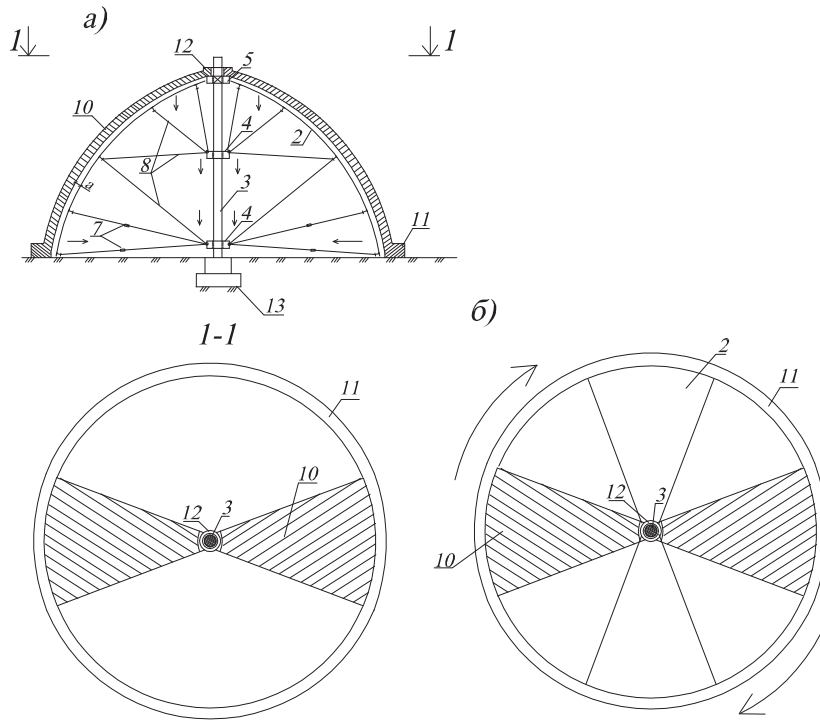


Рис. 4. Розкружальвання опалубки куполу

а) відрив палуби від оболонки куполу; б) поворот палуби на 90^0 ; 2 - внутрішня опалубка куполу; 3 - тимчасова опора; 4 - рухливі кільця; 5 - нерухоме кільце; 7 - шарнірні тяги змінної довжини; 8-шарнірні тяги постійної довжини; 10 - оболонка куполу; 11 - нижнє опорне кільце; 12 - верхнє опорне кільце; 13 - фундамент тимчасової опори; а - проміжок для повороту секторів

Рухливі кільця 4 здійснюють обертання навколо своєї осі - тимчасової опори 3, повертаючи палубу секторів внутрішньої опалубки 2 на 90^0 до колишнього положення (Рис. 4 б).

Рухливі кільця 4 піднімають тяги змінної довжини 7, приводять в первинне положення щити внутрішньої опалубки 2, встановлюючи їх в проектне положення. Процес бетонування, розкружальвання і повороту секторів повторюється до тих пір, поки усі вісім секторів куполу не будуть зведені.

Послідовність зведення секторів оболонки куполу показана на рис. 5.

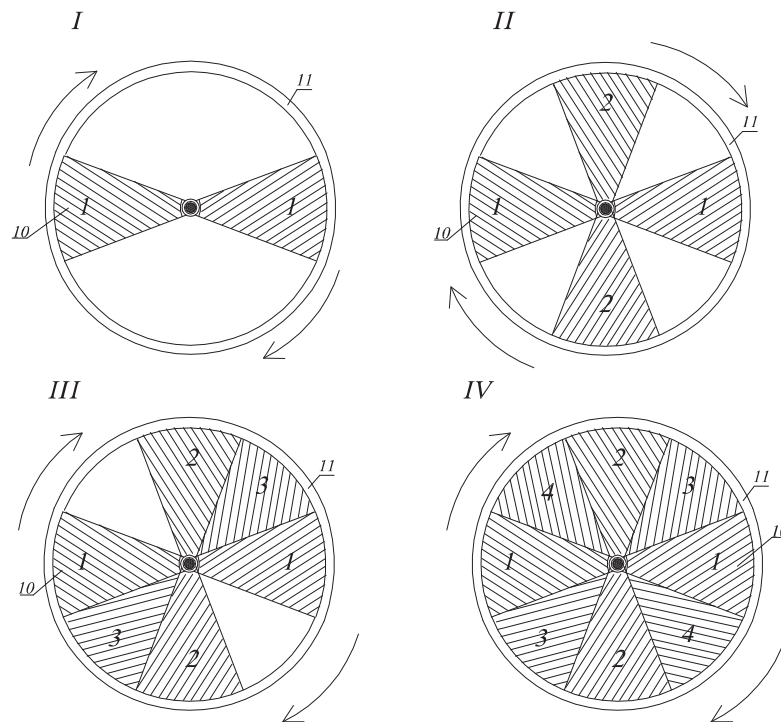


Рис. 5. Послідовність зведення секторів оболонки куполу
 I - IV - стадії зведення оболонки; 1-4 - послідовність облаштування секторів; 10 - оболонка куполу; 11 - нижнє опірне кільце

Після набору бетоном міцності останніх двох зведених симетричних секторів робиться розкружальвання і демонтаж опалубки.

Сектори внутрішньої опалубки розбирають на сегменти. Демонтаж ведуть з нижньої частини, послідовно опускаючи рухливі кільця 4, палубу опалубки 2, при цьому від'єднуючи тяги 7 і 8. Тимчасова опора вносився краном через верхнє опорне кільце куполу або розбирається поелементно зверху вниз.

Послідовність демонтажу купольної опалубки приведена на рис. 6.

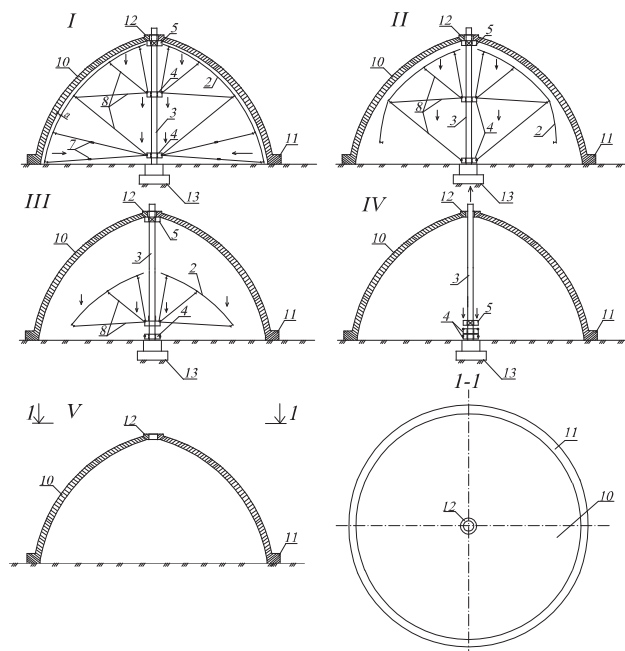


Рис. 6. Послідовність демонтажу опалубки куполу I - V

2- внутрішня опалубка куполу; 3 - тимчасова опора; 4 - рухливі кільця; 5 - нерухоме кільце; 7 - шарнірні тяги змінної довжини; 8-шарнірні тяги постійної довжини; 10 - оболонка куполу; 11 - нижнє опорне кільце; 12 - верхнє опорне кільце; 13 - фундамент тимчасової опори; а - проміжок для повороту секторів

Головні висновки. Зведення куполів за допомогою запропонованої підйомно-щитової опалубки дає можливість знизити трудомісткість опалубних робіт на 75 % порівняно з традиційними жорсткими купольними опалубними системами - об'ємно-переставними і підйомно-переставними.

Сталева палуба опалубки не обмежує прогін купольної споруди, при цьому немає необхідності в підтримці надмірного тиску повітря під опалубкою в процесі набору бетоном распалубочної міцності (2-3 дні), як в пневматичних системах.

Технологія зведення куполів за допомогою запропонованої опалубки не вимагає складної спецтехніки, опалубка проста в експлуатації і збирається з легких елементів.

1. Липницький М. Е. Купола – Ленинград.:1973. 128 с. 2. Тур В. И. Купольные конструкции – Москва .: 2004. 94 с. 3. Зверев А. Н. Большепролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий. – Санкт-Петербург.: 1998. 60с. 4. Пат. Україна МПК E04G 11/04 Опалубка для зведення куполів. Белов Д.В., Югов А.М.- № u 2001111228; Заявл.21.09.2011; Опубл. 25.04.2012.