

УДК 624.074.2

Д. В. БЕЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

АРОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ

В данной статье предложена новая купольная опалубочная система, которая позволяет решить некоторые технические трудности при возведении монолитных железобетонных куполов, показано устройство опалубочной системы и принцип её работы на различных стадиях возведения купола. Приводится детальное описание выполнения работ с помощью предложенной опалубки. Подробно освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения возведения монолитного железобетонного купола.

круговое армирование, монолитный купол, бетонирование, торкретирование, оболочка купола

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Важный путь снижения веса железобетонных зданий и сооружений – применение тонкостенных пространственных конструкций.

В железобетонных пространственных покрытиях, преимущественно двоякой кривизны, резко уменьшается толщина бетонных элементов, а значит и расход бетона и арматуры. В результате вес конструкций снижается на 25–30 %. Самая устойчивая геометрическая форма – купол, половина сферы. Основание купола опирается по всему контуру, что придает особую устойчивость структуры. Оболочка купола преимущественно работает на сжатие, что делает бетон идеальным материалом для данной конструкции [1].

Однако при большой экономии материалов и резком снижении веса, по сравнению с обычными массивными конструкциями, тонкостенные пространственные конструкции пока еще не дают соответствующего снижения стоимости. Причина – в трудоемкости их возведения, в необходимости устройства значительного объема подмостей, лесов и поддерживающих конструкций. Относительно сложной задачей является и бетонирование купольных конструкций, что вызвано их геометрическими особенностями [2].

Поэтому **целью** статьи является предложение усовершенствованных организационно-технологических решений сооружения монолитных железобетонных куполов за счет применения принципиально новой арочной опалубочной системы.

Порядок работы опалубочной системы

При возведении монолитного железобетонного купола вокруг опалубки 1 монтируются роликовые пути 8 (рис. 1), на которые устанавливается несущая арка 2 с опорными роликами 4, что позволяет ей вращаться вокруг собственной оси. На внутренней стороне несущей арки 2 закреплена направляющая 3, которая повторяет геометрическое очертание опалубки возводимого купола 1. Направляющая 3 после включения механизма подъема 9 позволяет перемещаться по высоте опалубки купола 1 торкрет-установке 6 и арматурной бухте 5, которые установлены в нижних частях несущей арки 2.

Начало бухты арматуры 5 закрепляется к опалубке 1 на некотором расстоянии от нее для обеспечения защитного слоя арматуры, который образуется за счет установки пластиковых фиксаторов «звездочка» на арматурный стержень диаметром 6-8 мм.

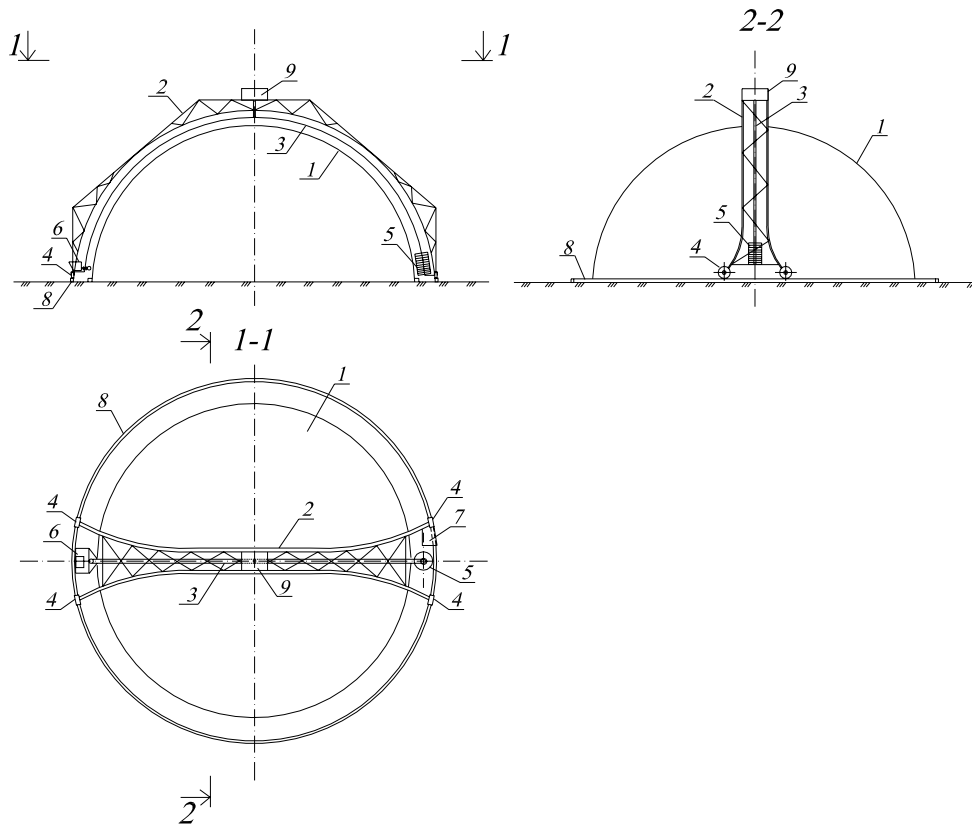


Рисунок 1 – Монтаж арочной опалубочной системы: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема.

Работа опалубочной системы начинается с включения механизма вращения несущей арки 7 (рис. 2). Арка 2, находящаяся на роликовых путях 8, начинает совершать плавное вращение вокруг собственной оси (1 м пог. за 3 мин.). При этом происходит разматывание арматуры из бухты 5, закрепленной на направляющей 3. Арматура 10 спирально навивается на опалубку 1 шагом 150–200 мм, что достигается за счет постепенного подъема арматурной бухты 5 по направляющей 3 при включении механизма подъема 9 [4].

Арка 2, совершив 8–10 оборотов, образует в нижней части купола круговой заармированный участок высотой 0,8–1,0 м.

После этого торкрет-установка 6 начинает наносить первый слой торкрет-бетона 11 на опалубку 1. Высота яруса бетонирования соответственно 0,8–1,0 м. Торкрет-установка перемещается по направляющей 3 за счет работы механизма подъема 9 (рис. 3). Одновременно с работой торкрет-установки 6 продолжается навивка арматуры 10 из бухты 5. Скорости армирования и бетонирования не одинаковы, и после бетонирования первого яруса купола торкрет-установка прекращает свою работу. Арка 2 продолжает вращение, производя только армирование. После армирования второго яруса высотой 0,8–1,0 м торкрет-установка 6 снова начинает работать. Таким образом, цикл повторяется несколько раз в зависимости от геометрических характеристик возводимого купола.

На наклонном участке опалубки 1 в верхней части сооружаемого купола, где угол α между касательной, проведенной к оболочке купола, и нижним опорным кольцом составляет менее 45° , армирование способом навивки прекращается. Верхнее крайнее положение навитой арматуры ограничивают упоры 12, установленные на опалубке 1. Торкрет-установка продолжает работу, бетонируя последний наклонный ярус (рис. 4).

Верхний потолочный участок купола армируется сетками 13 с несущей арки 2 (рис. 5). Устраивается опалубка верхнего опорного кольца, если верхний проем в куполе предусмотрен проектом [5].

Несущая арка 2 снова совершает вращение, а торкрет-установка 6 завершает бетонирование потолочного участка оболочки купола (рис. 6).

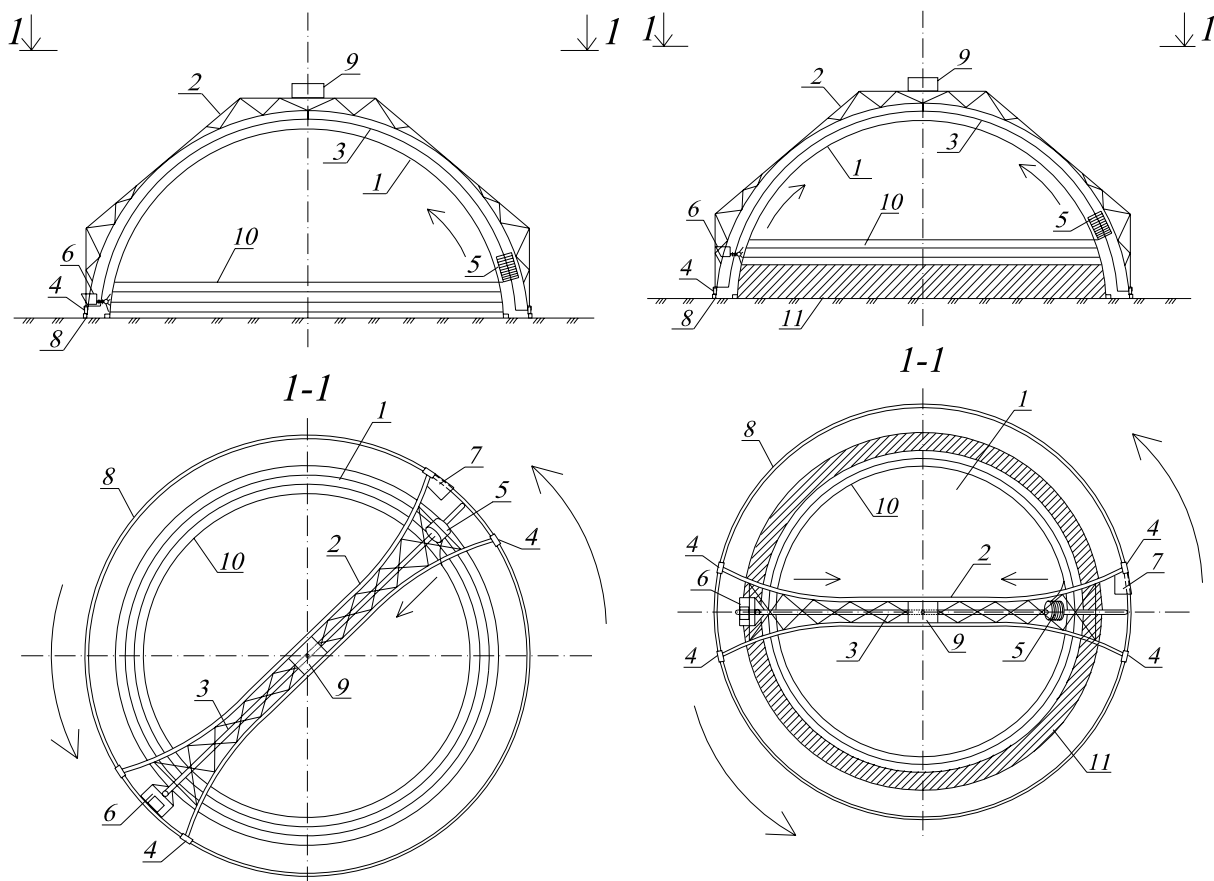


Рисунок 2 – Армирование первого яруса оболочки купола:
1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура.

Рисунок 3 – Армирование второго яруса, окончание бетонирования первого яруса оболочки купола:
1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола.

Если проектом предусмотрена толщина оболочки купола более 50...80 мм, то через четыре часа производится нанесение второго слоя бетона на оболочку купола. Повторная навивка арматуры выполняется при необходимости двойного армирования оболочки купола.

Демонтаж внешних элементов арочной опалубочной системы осуществляется после окончания торкретирования. Палуба опалубки 1 демонтируется изнутри после набора бетоном необходимой распалубочной прочности или остается в конструкции при использовании несъемной опалубки.

Демонтаж несущей арки 2 опалубочной системы выполняется методом поворота вокруг шарнира (рис. 7). Два симметричных крайних ролика 4 фиксируются к роликовым путям 8 фиксаторами 14, что не допускает кругового движения арки. Поворот арки вокруг шарнира осуществляется монтажным краном либо с помощью тяговых лебедок.

В горизонтальном положении арка 2 разбирается на отправочные элементы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Способ возведения монолитных куполов любого очертания на сплошных лесах и подмостях, повторяющих геометрию купола, сложен и требует больших трудозатрат [3]. Возведение куполов с помощью предложенной опалубочной системы дает возможность снизить трудоемкость вспомогательных работ по устройству и перестановке подмостей.

Армирование и бетонирование оболочки купола способом кругового вращения системы позволяет сократить объем высотных работ в сравнении с традиционными жесткими купольными опалубочными системами.

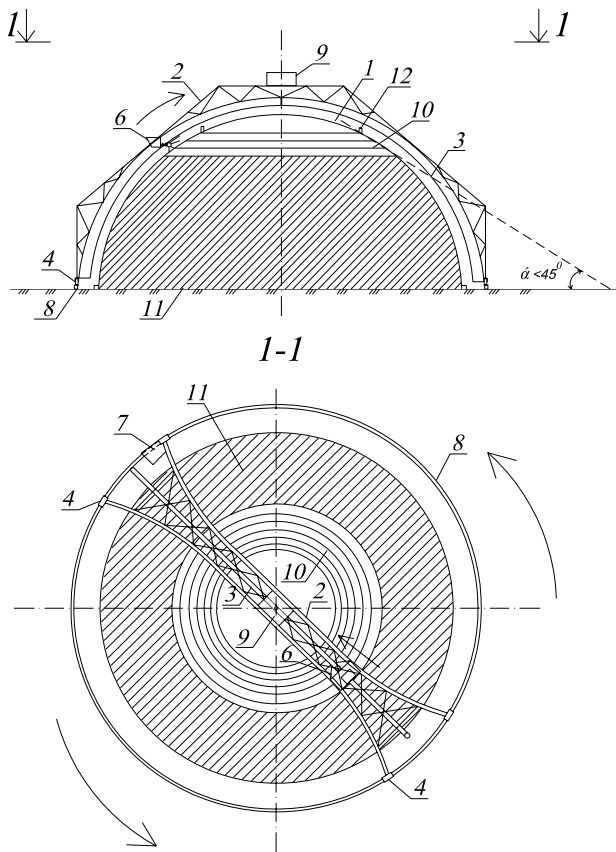


Рисунок 4 – Бетонирование наклонного участка оболочки купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола; 12 – упоры.

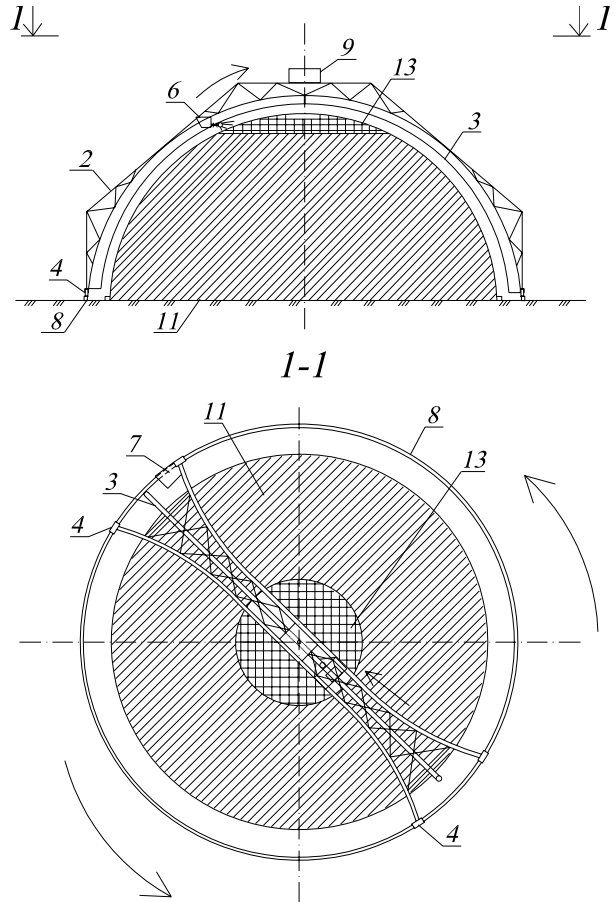


Рисунок 5 – Армирование потолочной части купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола; 12 – упоры; 13 – арматурная сетка.

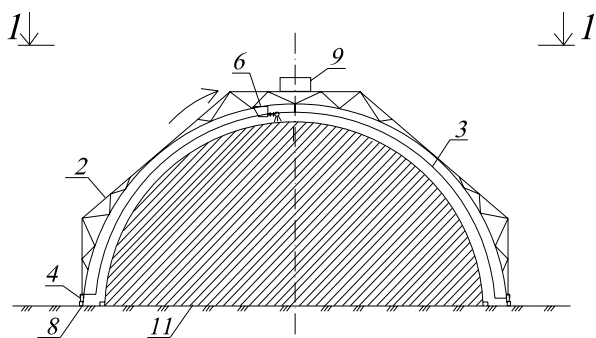


Рисунок 6 – Бетонирование потолочной части купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола.

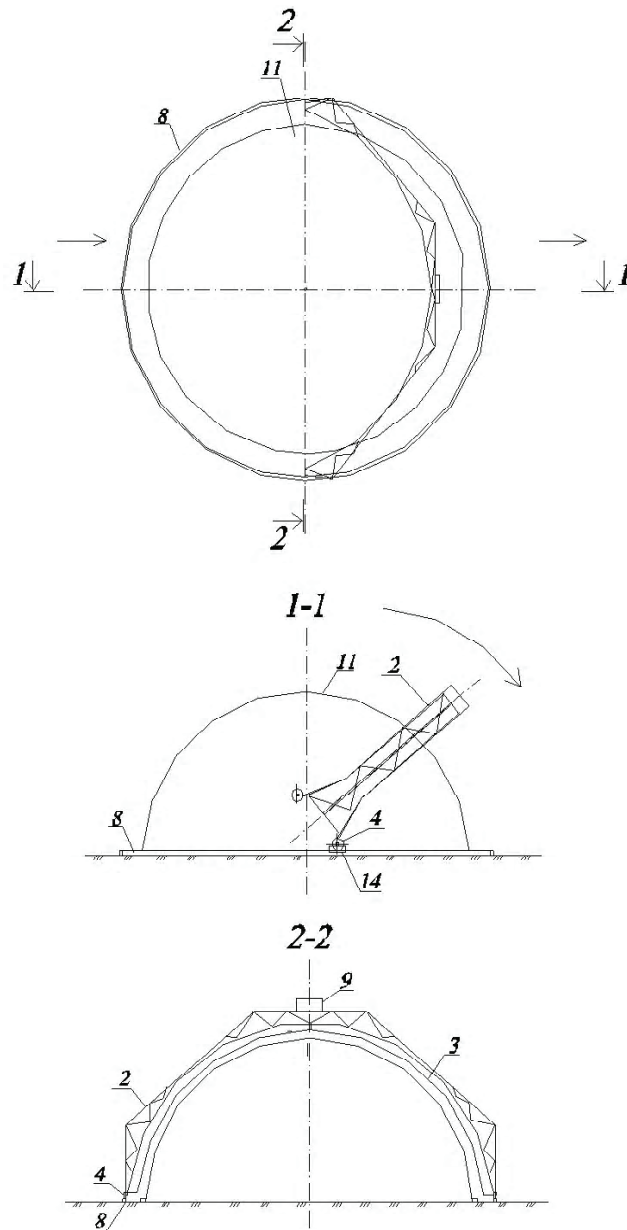


Рисунок 7 – Демонтаж купольной арочной системы: 2 – несущая арка; 4 – ролики; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 11 – бетон оболочки купола; 14 – фиксатор ролика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липницкий, М. Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата [Текст] / М. Е. Липницкий. – Л. : Стройиздт, 1987. – 196 с.
2. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности [Текст] / В. И. Тур. – М. : АСВ, 2004. – 96 с.
3. Зверев, А. Н. Большенролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий [Текст] / А. Н. Зверев. – Л. : Санкт-петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 1998. – 142 с.
4. Пат. 48589 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення великопротітних куполів [Текст] / Белов Д. В., Югов А. М.; заявник і патентовласник Белов Д. В., Югов А. М. – № 200909928; заявл. 29.09.2009; опубл. 02.02.2010, Бюл. № 6. – 6 с.
5. Пат. 69212 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення куполів [Текст] / Белов Д. В., Югов А. М.; заявник і патентовласник Белов Д. В., Югов А. М. – № 201111228; заявл. 21.09.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 7 с.

Получено 01.09.2015

Д. В. БЕЛОВ

АРОЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У даній статті запропоновано нову купольну опалубку систему, яка дозволяє вирішити деякі технічні труднощі при зведенні монолітних залізобетонних куполів, показано будову опалубної системи і принцип її роботи на різних стадіях зведення купола. Надається детальний опис виконання робіт і переваги нового технологічного рішення зведення монолітного залізобетонного купола.

кругове армування, монолітний купол, бетонування, торкретування, оболонка купола

DENIS BELOV

ARCH SYSTEM FOR ERECTION OF MONOLITHIC FERRO-CONCRETE DOMES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the given article the system, which allows to solve some technical difficulties at erection of monolithic ferro-concrete domes has been suggested, the device timbering systems and a principle of its work at various stages of erection of a dome have been shown. The detailed description of performance of works by means of the offered timbering has been resulted. The technology of performance of works and advantage of the new technological decision of erection of a monolithic ferro-concrete dome have been covered in details

circular reinforcing, monolithic dome, concreting, concreting, a dome cover

Белов Денис Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Белов Денис Вікторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Belov Denis – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.