

Белов Д.В.

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПАЛУБОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ МЕТОДОМ ТОРКРЕТИРОВАНИЯ

Введение. 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]. Бетонируют купола, как правило, в двухсторонней опалубке, наружные щиты которой устанавливают по ходу бетонирования. Данный способ бетонирования куполов связан с определенными трудностями, такими как подача бетонной смеси между внутренним и внешним щитами опалубки, необходимость технологических перерывов при бетонировании оболочки купола ярусами, сложность доступа для контроля и вибрирования укладываемой бетонной смеси [3].

Поэтому **целью** статьи является совершенствование организационно-технологических решений сооружения монолитных железобетонных куполов за счет применения принципиально нового способа возведения.

Порядок возведения купола. При возведении монолитного железобетонного купола на трех опорах над опалубкой 1 монтируется треугольная рама 2 (рис. 1).

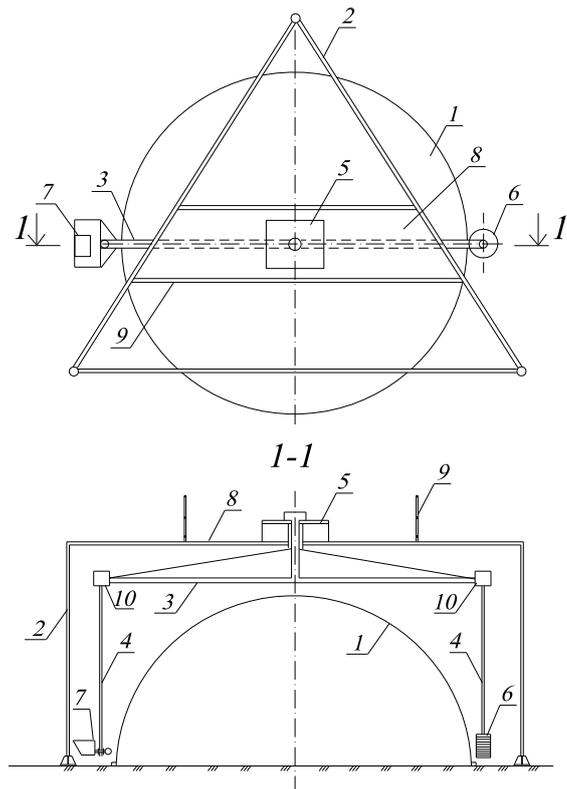


Рис. 1 - Монтаж опалубочной системы: 1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль; 4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта; 7- торкрет-установка; 8- рабочий настил; 9- ограждение; 10- механизм подъема

На раме 2 устраивается рабочий настил 8 с ограждением 9, на который установлен механизм вращения консоли 5. Т-образная консоль 3 соединена с механизмом вращения 5 и может вращаться вокруг собственной оси. На обоих концах консоли 3 устроены механизмы подъема 10, которые могут изменять длину телескопических стоек 4, таким образом производя вертикальное перемещение торкрет установки 7 и арматурной бухты 6, которые закреплены на концах стоек.

Начало бухты арматуры 6 закрепляется к опалубке 1, на некотором расстоянии от

БУДІВНИЦТВО

нее для обеспечения защитного слоя арматуры, который образуется за счет установки пластиковых фиксаторов «звездочка» на арматурный стержень. Применяется арматура классов А240С, А400С диаметром 6-8 мм.

Работа опалубочной системы начинается с включения механизма вращения консоли 5 (рис. 2).

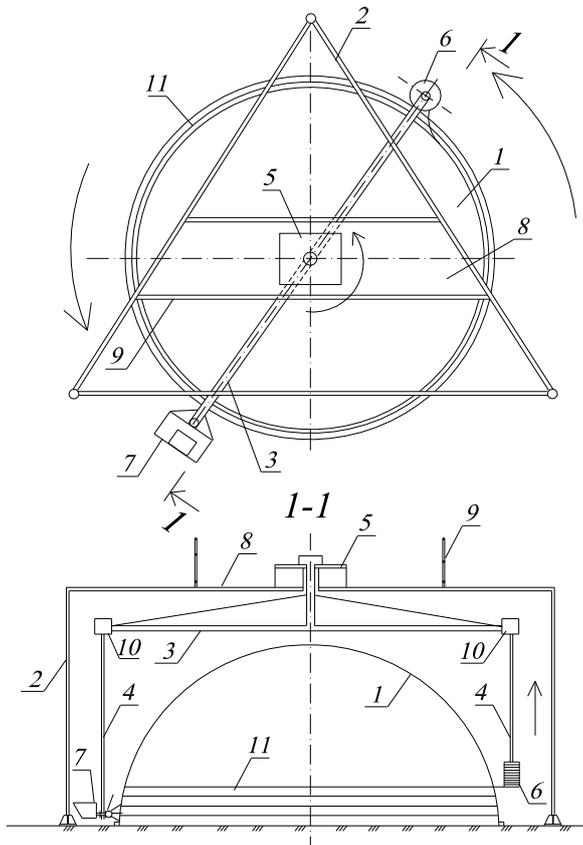


Рис. 2 - Армирование первого яруса оболочки купола: 1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль; 4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта; 7- торкрет-установка; 8- рабочий настил; 9- ограждение; 10- механизм подъема; 11- арматура

Консоль 3, закрепленная на раме 2, начинает совершать плавное вращение вокруг собственной оси (1 м пог. за 3 мин.). При этом происходит разматывание арматуры из бухты 6, закрепленной на телескопической стойке 4. Арматура 11 навивается на опалубку 1 шагом 150-200 мм, что достигается за счет постепенного уменьшения длины телескопической стойки 4.

Консоль 3, совершив 8-10 оборотов, образует в нижней части купола круговой заармированный участок высотой 0,8-1 м. После этого торкрет-установка 7 начинает

наносить первый слой торкрет-бетона 12 на опалубку 1. Высота яруса бетонирования соответственно 0,8-1 м. Торкрет-установка перемещается также и горизонтально по консоли 3 к центру возводимого купола по мере вертикального подъема (рис. 3).

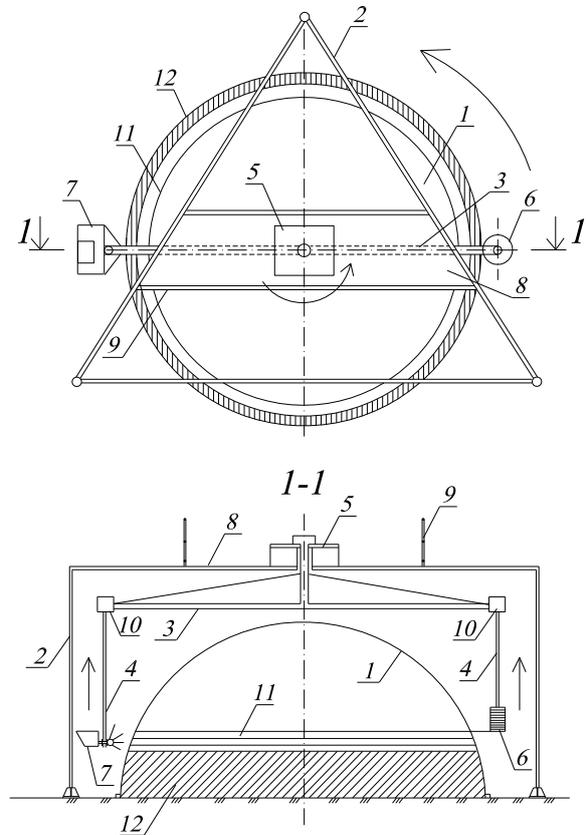


Рис. 3. Армирование второго яруса, окончание бетонирования первого яруса оболочки купола: 1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль; 4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта; 7- торкрет-установка; 8- рабочий настил; 9- ограждение; 10- механизм подъема; 11- арматура; 12 – бетон оболочки купола

Одновременно с работой торкрет-установки 7 продолжается навивка арматуры 11 из бухты 6. Скорости армирования и бетонирования не одинаковы и после бетонирования первого яруса купола торкрет-установка прекращает свою работу. Консоль 3 продолжает вращение производя только армирование. После армирования второго яруса высотой 0,8-1 м торкрет-установка 7 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 13, установленные на опалубке 1. Торкрет-установка продолжает работу, бетонируя последний наклонный ярус (рис. 4).

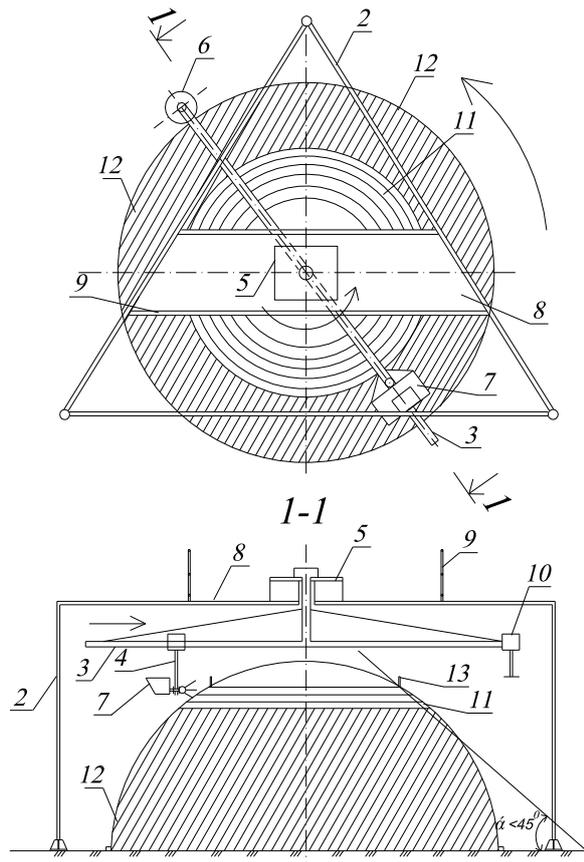


Рис. 4. Бетонирование наклонного участка оболочки купола: 1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль; 4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта; 7- торкрет-установка; 8- рабочий настил; 9- ограждение; 10- механизм подъема; 11- арматура; 12 – бетон оболочки купола; 13- упоры

Верхний потолочный участок купола армируется сетками 13 с рабочего настила 8 (рис. 5). Устраивается опалубка верхнего опорного кольца 14, если верхний проем в куполе предусмотрен проектом.

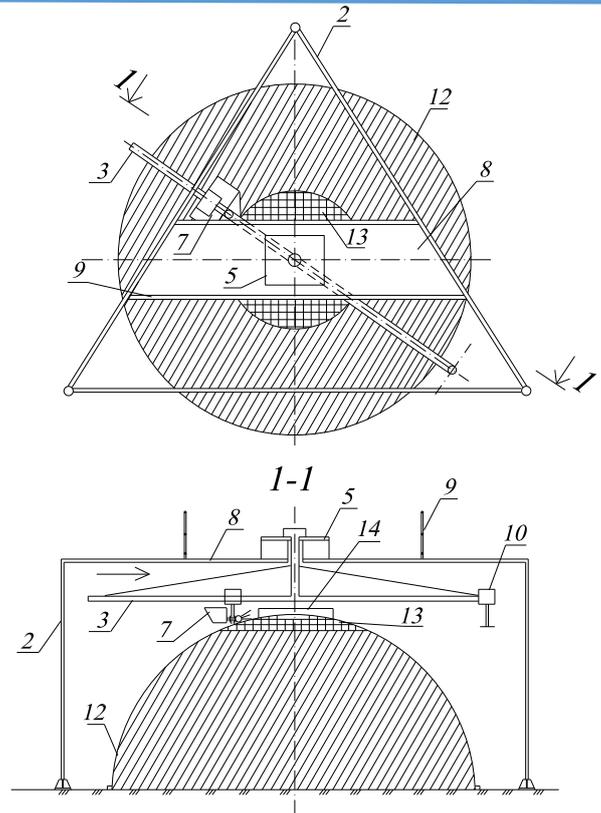


Рис. 5 - Армирование потолочной части купола и устройство опалубки верхнего опорного кольца: 1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль; 4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта; 7- торкрет-установка; 8- рабочий настил; 9- ограждение; 10- механизм подъема; 11- арматура; 12 – бетон оболочки купола; 13- арматурная сетка; 14- опалубка верхнего опорного кольца

Консоль 3 снова совершает вращение, а торкрет-установка 7 завершает бетонирование потолочного участка оболочки купола. Бетонирование верхнего опорного кольца также выполняется торкрет-установкой 7 (рис. 6).

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 опалубочной системы осуществляется после окончания торкретирования. Палуба опалубки 1 демонтируется изнутри после

БУДІВНИЦТВО

набора бетоном необходимой распалубочной прочности или остается в конструкции при использовании несъемной опалубки (рис. 7).

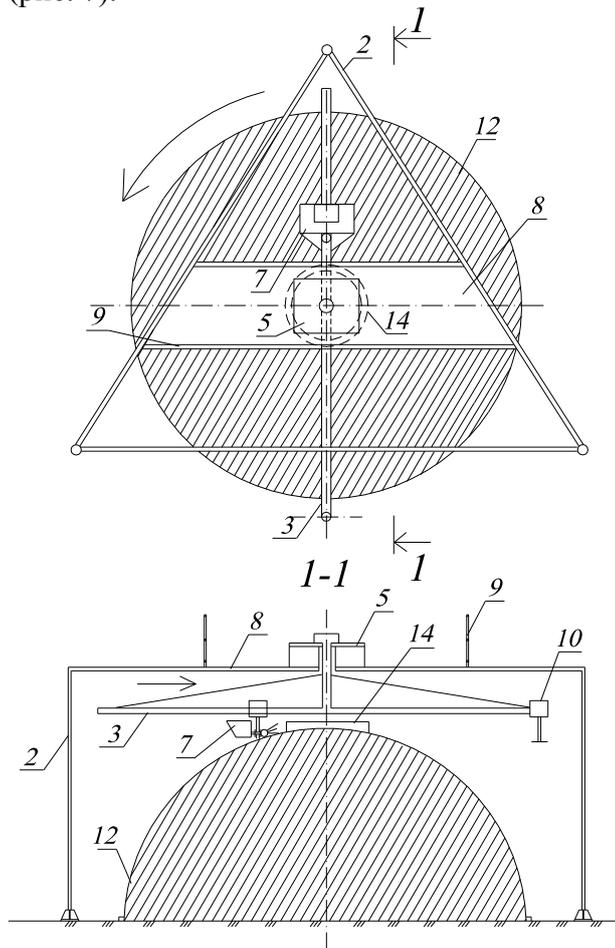


Рис. 6 - Бетонирование потолочной части купола и верхнего опорного кольца:
1- опалубка купола; 2- рама; 3- консоль;
4- телескопические стойки; 5- механизм вращения консоли; 6- арматурная бухта;
7- торкрет-установка; 8- рабочий настил;
9- ограждение; 10- механизм подъема;
11- арматура; 12 – бетон оболочки купола;
13- арматурная сетка; 14- опалубка верхнего опорного кольца

Выводы. Способ возведения монолитных куполов любого очертания на сплошных лесах и подмостях, повторяющих геометрию купола, сложен и требует больших трудозатрат [4]. Возведение куполов с помощью предложенного метода дает возможность снизить трудоемкость вспомогательных работ по устройству и перестановке подмостей, а также бетонных и опалубочных работ.

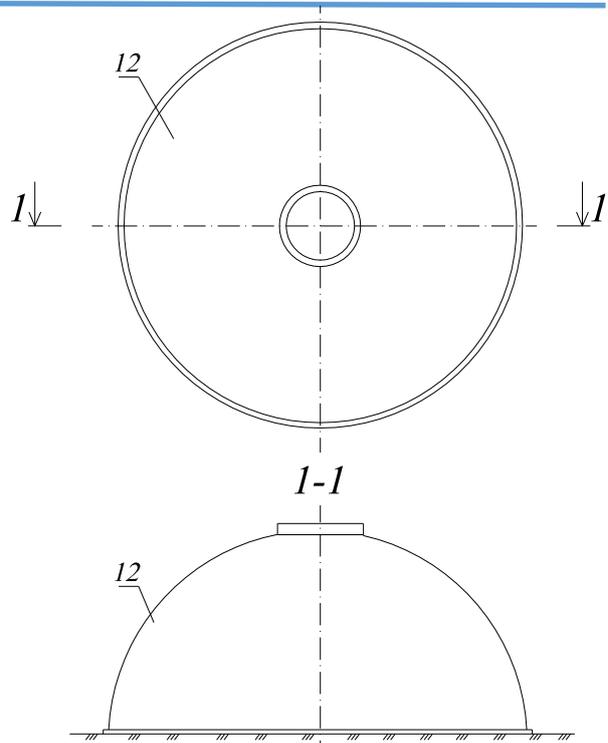


Рис. 7 - Купол после демонтажа опалубочной системы: 12- оболочка купола

Армирование оболочки купола способом навивки позволяет сократить объем высотных работ в сравнении с традиционными жесткими купольными опалубочными системами.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Лебедева Н. В. Железобетонные купола / Лебедева Н. В. - М.: 1988.-112 с.
2. Липницкий М. Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата / Липницкий М. Е. - Л.: Стройиздт, 1987. - 196 с.
3. Липницкий М. Е. Купола. Расчет и проектирование / Липницкий М. Е. - М.: Стройиздат, 1973. - 128 с.
4. Тур В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности / Тур В.И. - М.: Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2004. - 96 с.
5. Зверев А. Н. Большепролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий / Зверев А. Н. - Л.: Санкт-петербургский государственный архитектурно строительный университет, 1998. – 142 с.
6. Пат.№ 69212 Україна, МПК E04G 11/04 Опалубка для зведення куполів / 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.