

УДК 624.074.2

Д. В. БЕЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ПРИМЕНЕНИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩЕГОСЯ БЕТОНА ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ

Предложена новая технология бетонирования купольных конструкций с использованием самоуплотняющегося бетона, которая позволяет сократить трудоемкость бетонирования при возведении монолитных железобетонных куполов. Показано устройство применяемой опалубочной системы и принцип её работы. Приводится описание оборудования для выполнения работ с помощью предложенного метода. Освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения возведения монолитного железобетонного купола.

монолитный купол, бетонирование, самоуплотняющийся бетон, оболочка купола, роторный насос

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В современных условиях высокое качество индустриального строительства можно обеспечить только благодаря использованию новых технологий и инновационных строительных материалов, а также постоянному контролю качества исходного сырья, материалов и полуфабрикатов [1]. Так, в последние годы все большие объемы внедрения на крупных объектах, производящих монолитный железобетон, приобретает самоуплотняющийся бетон. Его применение ограничивается возможностями производителей и поставщиков товарного бетона. Тем не менее преимущества данного вида бетона еще не используются в полной мере.

Строительство монолитных куполов и пространственных большепролетных покрытий различной конфигурации представляет довольно трудную техническую задачу. Основной сложностью является бетонирование оболочки купола, которая имеет круговую или параболическую поверхность и сравнительно небольшую толщину (80...120 мм). Купол является, как правило, еще и высотным объектом, что дополнительно осложняет работы по его возведению [2].

В практике возведения куполов применяют, как правило, две группы опалубок: жесткие опалубочные системы (подъемно-переставная, разборно-переставная опалубки) и пневматические купольные опалубки. При использовании жестких купольных систем бетонная смесь наносится на опалубку оболочки купола торкретированием, что приводит к увеличению объема высотных работ и значительно привязывает время производства работ к метеоусловиям. Торкретирование за один проход чаще всего не может обеспечить полностью проектную толщину оболочки, и возникает необходимость после технологического перерыва выполнять еще два-три слоя торкретбетона. Если бетонирование купола ведется путем подачи бетона между внутренней и внешней опалубками, значительная часть трудовых затрат идет на перестановку щитов наружной опалубки на каждый ярус бетонирования, затрудняется подача бетона из-за тонкостенности конструкции оболочки. Необходимость вибрирования бетонной смеси ведет к увеличению несущей способности опалубки, а значит и к увеличению ее веса. Возможность бетонировать оболочку купола ярусами (1,2...1,5 м) приводит к значительному количеству технологических перерывов и существенно увеличивает срок возведения объекта [3].

Пневматическая опалубка с увеличением пролета купола приобретает свойства большой подвижности (неустойчивости) за счет кинематического перемещения. Кроме того, поддержка постоянного заданного давления внутри воздушной опалубки купола также представляет определенную сложность. Да и стоимость изготовления самой опалубки довольно высока, а учитывая ее недолговечность, она может быть неприемлема для строительных организаций [4].

© Д. В. Белов, 2016

Использование самоуплотняющегося бетона при возведении купольных конструкций имеет ряд преимуществ перед традиционными бетонами: сокращение продолжительности строительства; более широкий выбор форм конструкций; упрощение работ по бетонированию (отпадает необходимость в уплотнении); исключение возможности расслоения бетонной смеси; отсутствия шума и вибрации. В то же время применение самоуплотняющегося бетона в традиционных купольных опалубочных системах не эффективно, а в некоторых случаях и невозможно из-за высокой его подвижности.

В этой связи **целью** исследования является разработка новой технологии бетонирования монолитных железобетонных куполов с использованием самоуплотняющегося бетона.

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ КУПОЛА

Технология бетонирования куполов основана на использовании самоуплотняющегося бетона в комбинации с закачиванием смеси в опалубку снизу вверх.

После установки внутренней опалубки оболочки купола 1, а также опалубки нижнего и верхнего опорных колец 5 и 6 выполняется армирование купола. Оболочка армируется сетками 3, с диаметром арматуры 6...8 мм. Для обеспечения защитного слоя на сетки устанавливают пластиковые фиксаторы типа «звездочка».

По окончании армирования монтируется наружная опалубка оболочки купола 2 по всей площади купола. В наружной опалубке 2 в каждом секторе устроены штуцеры 4 для подачи бетона, которые оборудованы задвижками. Штуцеры по высоте купола могут быть устроены в несколько ярусов шагом 6...8 м (рис. 1).

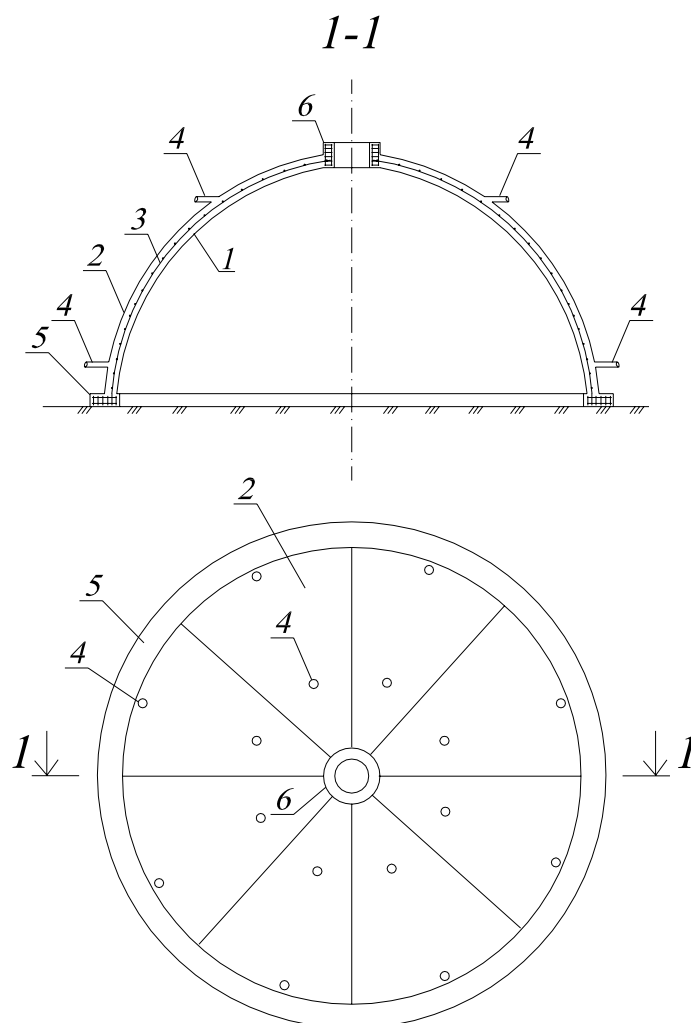


Рисунок 1 – Монтаж опалубки купола: 1 – внутренняя опалубка; 2 – наружная опалубка; 3 – арматура купола; 4 – штуцеры для подачи бетона; 5 – нижнее опорное кольцо; 6 – верхнее опорное кольцо.

Подача бетонной смеси в опалубку осуществляется под давлением. Использование самоуплотняющихся видов бетона с предварительной деаэрацией упрощает процесс, благодаря чему самые нестандартные структуры могут быть полностью заформованы. Смесь заливается в форму снизу вверх. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) подается вначале в нижний ярус штуцеров одновременно по всему периметру купола, т. е. процесс подачи бетонной смеси осуществляется по всей площади опалубки под давлением (рис. 2).

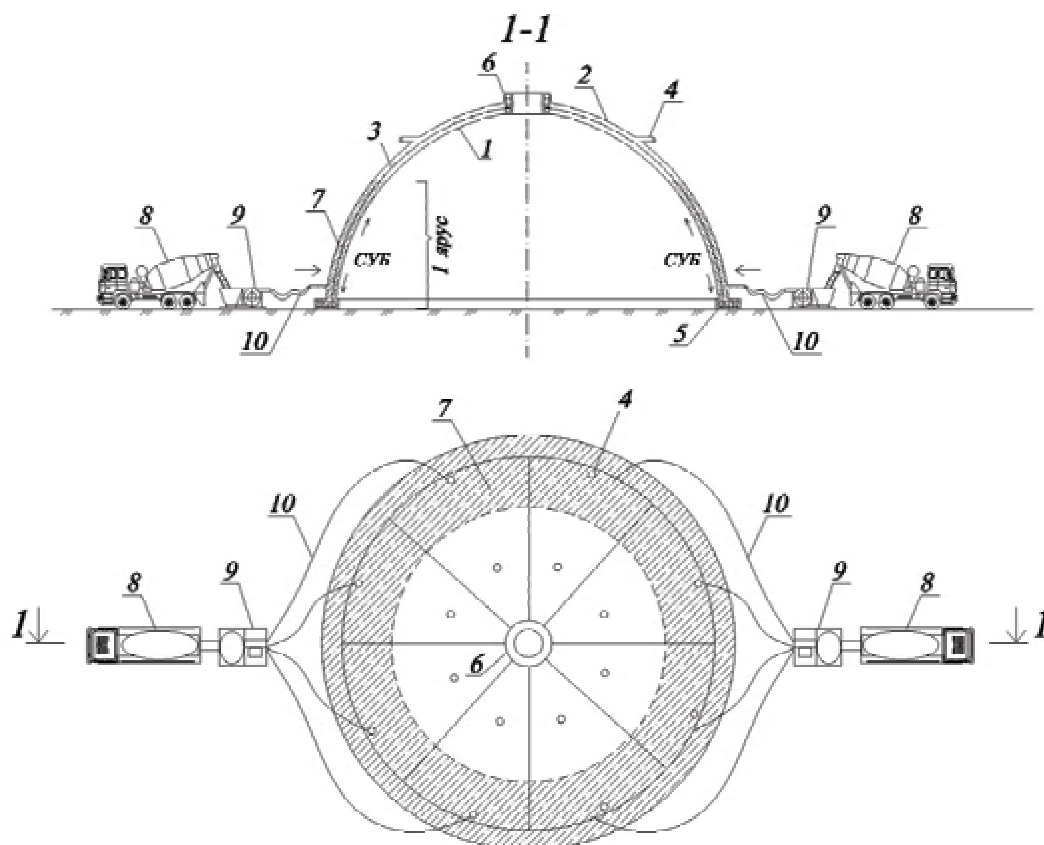


Рисунок 2 – Бетонирование первого яруса купола: 1 – внутренняя опалубка; 2 – наружная опалубка; 3 – арматура купола; 4 – штуцеры для подачи бетона; 5 – нижнее опорное кольцо; 6 – верхнее опорное кольцо; 7 – самоуплотняющийся бетон первого яруса; 8 – автобетоносмеситель; 9 – роторный насос; 10 – шланг.

После закладки бетонной смеси на первый ярус задвижки штуцеров для подачи бетона перекрываются, и сразу же без технологических перерывов подается бетон второго яруса. Вытесняемый из опалубки бетонной смесью воздух выходит через верхнее опорное кольцо купола 6 (рис. 3).

Шланговый насос, также известный как роторный насос 9, представляет необходимое технологическое устройство для данного метода бетонирования. Длина насоса со встроенной очистной системой составляет 3 000 мм, ширина 1 500 мм, высота 1 700 мм. Он весит 2,3 тонны, транспортируется при помощи крана и автопогрузчика; управляется одним оператором при помощи двунаправленного прибора радиодистанционного управления. Насос способен прокачивать смесь с крупностью заполнителя до 16 мм, расход смеси постоянно контролируется, что позволяет достичь объема прокачивания смеси до 18 м³/ч.

Насос снабжен датчиками, сигнализирующими о разрывах шланга или закупорке. При использовании нескольких насосов технология позволяет достичь высочайшей габаритной точности конструкции и обеспечивает крайне высокую производительность (до 300 л/мин.).

Полученные поверхности железобетонного купола идеально гладкие, впрочем, они могут быть и специально текстурированы с помощью опалубочных матриц. В любом случае отпадает необходимость в дополнительной и дорогостоящей отделке и затирке поверхности.

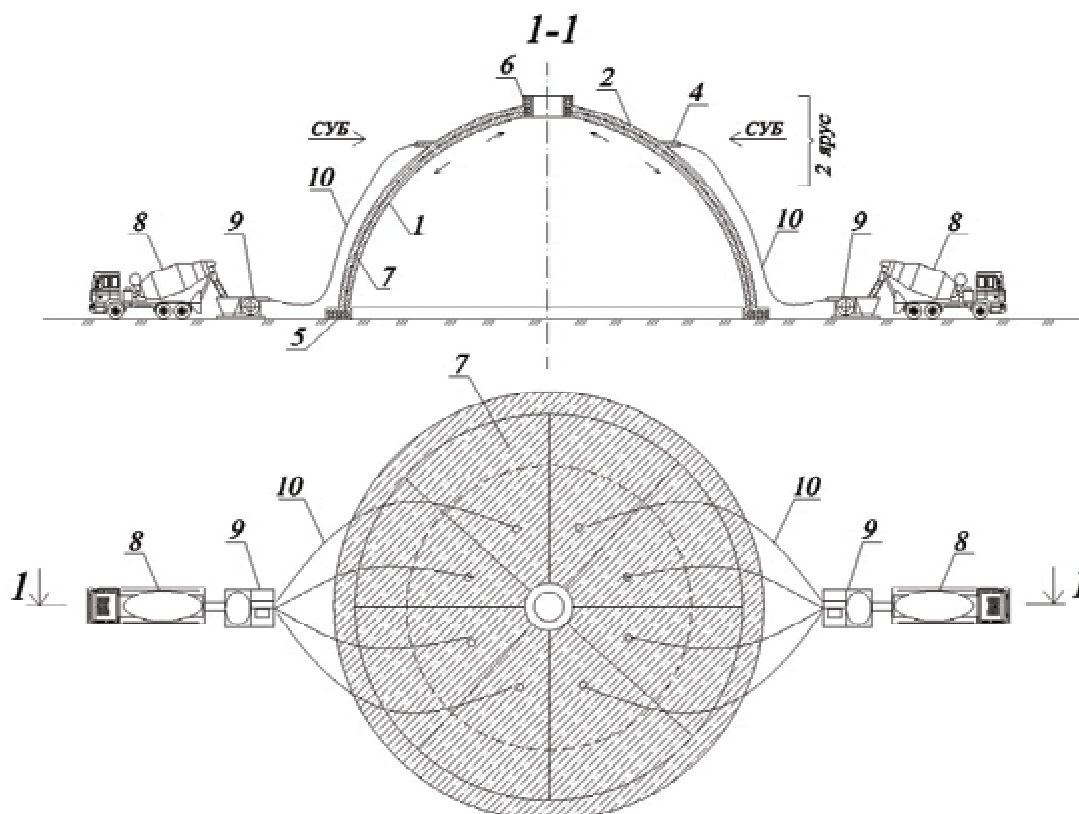


Рисунок 3 – Бетонирование второго яруса купола: 1 – внутренняя опалубка; 2 – наружная опалубка; 3 – арматура купола; 4 – штуцеры для подачи бетона; 5 – нижнее опорное кольцо; 6 – верхнее опорное кольцо; 7 – самоуплотняющийся бетон; 8 – автобетоносмеситель; 9 – роторный насос; 10 – шланг.

Использование самоуплотняющегося бетона позволяет существенно сократить время бетонирования купольных конструкций из-за отсутствия многократного устройства и перестановки внешних щитов опалубки, не применять вибрирование и добиться отличного распределения смеси в форме.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Использование самоуплотняющегося бетона при возведении монолитных куполов позволяет возводить объекты любого очертания и стрелы подъема.

Основными преимуществами данной технологии в сравнении с использованием традиционных купольных опалубочных систем и применением традиционного товарного бетона является:

- сокращение продолжительности строительства;
- возможность укладки за смену большего объема бетона;
- упрощение работ по бетонированию (отпадает необходимость в уплотнении);
- возможность подачи бетона непосредственно через опалубку (через отверстие в нижней её части);
- более простая и менее массивная конструкция опалубки (из-за отсутствия процесса вибрирования бетона на опалубку не воздействуют дополнительные динамические и статические нагрузки);
- возможность создания любой геометрии бетонируемой оболочки купола;
- особо гладкая и плотная поверхность бетона;
- идеальная размерная точность возводимой оболочки купола;
- более безопасное ведение строительных работ и сокращение работ на высоте;
- отсутствие шума и вибрации, негативно воздействующих как на персонал, так и на проживающих рядом со строительной площадкой людей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Модифицированные и высококачественные бетоны [Текст] / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – М. : Ассоциация строительных вузов, 2007. – 368 с.
2. Липницкий, М. Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата [Текст] / М. Е. Липницкий. – Л. : Стройиздэт, 1987. – 196 с.
3. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности [Текст] / В. И. Тур. – М. : АСВ, 2004. – 96 с.
4. Зверев, А. Н. Большепролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий [Текст] / А. Н. Зверев. – Л. : Санкт-Петербургский государственный архитектурно строительный университет, 1998. – 142 с.
5. Болотских, О. Н. Самоуплотняющийся бетон и его диагностика [Текст] / О. Н. Болотских // Бетон и железобетон в Украине. – 2006. – № 6. – С. 2–6.

Получено 15.03.16

Д. В. БЕЛОВ

ЗАСТОСУВАННЯ БЕТОНУ, ЩО САМОУЩІЛЬНЮЄТЬСЯ, ПРИ ЗВЕДЕННІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Запропонована нова технологія бетонування купольних конструкцій з використанням бетону, що самоущільнюється, яка дозволяє скоротити трудомісткість бетонування при зведенні монолітних залізобетонних куполів. Показано облаштування вживаної опалубної системи і принцип її роботи. Наводиться опис устаткування для виконання робіт за допомогою запропонованого методу. Розкрито технологію виконання робіт і переваги нового технологічного рішення зведення монолітного залізобетонного купола.

монолітний купол, бетонування, бетон, що самоущільнюється, оболонка купола, роторний насос

DENIS BELOV

APPLICATION OF SELF-COMPACTING CONCRETE AT ERECTION OF MONOLITHIC REINFORCED-CONCRETE DOMES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The new technology of concreting dome designs with use of self-compacting concrete which allows to reduce labor input of concreting at erection of monolithic ferro-concrete domes is offered. The device applied timbering systems and a principle of its work is shown. The detailed description of the equipment for performance of works by means of the offered method is resulted. Technology of performance of works and advantages of the new technological decision of erection of a monolithic ferro-concrete dome, are demonstrated.

monolithic dome, the concreting, self-compacting concrete, dome cover, pump

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.