

УДК 693.546

В. В. ТАРАН, Д. Е. БЕРШАДСКАЯ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ БЕТОНА В НЕСЪЕМНУЮ ОПАЛУБКУ КОЛОНН КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

В статье описана технология выполнения работ по устройству колонн круглого сечения в несъемной опалубке. Перечислены виды несъемных опалубок для бетонирования колонн круглого сечения. Приведены преимущества и недостатки применения несъемной опалубки. Рассмотрены методы бетонирования колонн круглого сечения в несъемной опалубке. Описаны существующие способы уплотнения бетонной смеси. Рассмотрены способы ухода за бетоном в летний период. Выполнено сравнение по методам укладки бетона. Приведена трудоемкость процесса бетонирования при ведении работ по схеме «кран-бункер» и с применением автобетононасоса.

несъемная опалубка, бетонирование колонн, монтаж опалубки, трудоемкость

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Несъемная опалубка после укладки монолитного бетона и завершения последующих процессов остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Поэтому остро стоит вопрос о адгезии бетона с опалубкой.

В зависимости от функционального назначения опалубку используют как формообразующую конструкцию, опалубку-облицовку и опалубку-изоляцию, часто совмещая все или часть этих функций. В любом случае эти элементы являются наружной поверхностью возводимой конструкции, поэтому могут иметь как различную фактуру, так и отделку, выполненную в заводских условиях.

Возведение монолитных железобетонных колонн за счет применения инновационной технологии их устройства в несъемной опалубке позволяет уменьшить трудовые и материальные затраты, а также повысить производительность работ при возведении здания в целом.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

Опалубка не только образует форму сооружения, его архитектурное оформление, но и защищает поверхность от различных воздействий, повышает прочностные характеристики конструкции.

В настоящее время на строительном рынке представлены следующие типы несъемной опалубки для колонн круглого сечения:

- Стальная опалубка (сталежелезобетонные конструкции) [4];
- Картонная опалубка в виде труб из влагостойкого картона («Опалубка-Тула», KLILA AMICOTUBE, «Монотьюб») [5];
- Пенополистирольная опалубка.

Одним из конструктивных недостатков сжатых трубобетонных элементов, на котором следует остановиться более подробно, является сложность обеспечения совместной работы бетонного ядра и внешней стальной оболочки при эксплуатационных нагрузках ввиду разности начальных коэффициентов поперечной деформации бетона и стали [4].

В процессе постепенного увеличения сжимающей силы ядро и обойма работают совместно только в начальный период загрузки. Затем, из-за указанной разницы в деформационных свойствах и низкой прочности сцепления бетона со сталью, внешняя оболочка стремится оторваться от поверхности бетона, способствуя возникновению в нем радиальных растягивающих напряжений. В этот

момент, естественно, никакого поперечного обжатия бетона в трубе происходить не может, и бетон работает в условиях одноосного сжатия, а труба – как продольная арматура.

Теоретические исследования, выполненные в этом направлении, подтверждают вывод о том, что в большинстве случаев классический трубобетон представляет собой недостаточно технически совершенную конструкцию, в которой труба фактически является опалубкой, работающей как обойма лишь перед разрушением бетонного ядра.

Неровная, шероховатая, внутренняя поверхность опалубок, выполненных из прочного картона и пенополистирола, способствуют лучшему контакту с укладываемым монолитным бетоном.

Опалубки колонн, рассмотренные выше, становятся облицовочным материалом или могут обеспечить внешнее армирование. Несъемные конструкции сравнительно экономичны и позволяют значительно ускорить процесс строительства – ведь их не требуется переставлять с места на место.

Целью исследования является определение трудовых и материальных затрат, а также повышение производительности работ при бетонировании монолитных железобетонных колонн за счет оптимизации технологии их устройства в несъемной опалубке.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Устройство монолитных колонн в несъемной опалубке – комплексный процесс, включающий *заготовительные процессы* по изготовлению опалубки, арматурных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, приготовлению бетонной смеси (процессы заводского производства), а также *построечные процессы* – установка опалубки и арматуры, транспортирование и укладка бетонной смеси, выдерживание бетона.

Ведущим процессом является бетонирование конструкций. Бетонирование влияет на сроки выполнения опалубочных и арматурных работ, которые находятся в тесной технологической зависимости от него.

Исходя из темпов укладки бетона, подбирают необходимый комплект машин для этого процесса, в том же темпе следует выполнять опалубочные и арматурные процессы на принятых для них механизмах и приспособлениях.

Для устройства колонн в несъемной опалубке на строительную площадку доставляются и складываются: опалубка необходимого размера и сечения, арматура и арматурные изделия. Бетонная смесь доставляется и подается непосредственно к месту укладки.

Перед укладкой бетонной смеси проверяют состояние опалубки и арматуры, очищают ее. Подготовленный к бетонированию участок опалубки на ночь закрывают брезентом или пленочными материалами.

Бетонную смесь на строительную площадку транспортируют автобетоносмесителями.

Для приема смеси опалубку оснащают площадками с ограждениями, на которых размещаются рабочие, лестницами – стремянками для перехода рабочих в рабочую зону.

Бетонная смесь в опалубку подается краном по схеме «кран-бункер» или с применением бетононасоса. При высоте опалубки колонн до 4 м заполнение бетоном осуществляется при помощи бункера (рис. 1). Если опалубка колонн выше 4 м, бетон подается по шлангу при помощи бетонного насоса.



Рисунок 1 – Подача бетонной смеси в колонну по схеме «кран-бункер».

При подаче смеси в конструкции кранами применяют различные типы бункеров вместимостью 0,5...8,0 м³. Неповоротные бункера загружают с помощью перегрузочных эстакад. Для интенсификации выгрузки бетонной смеси используют поворотные бункера. Загружают их с помощью автосамосвала или автобетоносмесителя. Затем кран поднимает бункер в вертикальное положение и подает его к месту выгрузки. Чтобы упростить подачу бетона в опалубку, бункер оснащен желобом.

Транспортирование бетонной смеси по трубопроводам с помощью бетононасосов наиболее прогрессивный способ, позволяющий существенно снизить объем ручного труда, повысить производительность и качество бетонных работ. Бетононасосы применяют для подачи смеси при интенсивности бетонирования не менее 6 м³/ч [11].

Смесь из автобетоносмесителя через разгрузочную воронку подается в приемный бункер бетононасоса. После ее побуждения она попадает в бетононасос и по бетоноводу стрелы направляется к месту укладки. Концевое звено бетоновода снабжено гибким шлангом, обеспечивающим локальную подачу смеси к месту укладки.

Достоинства данного метода бетонирования: высокая производительность (непрерывность), не требуется использование кранов.

Недостатки: ограничения по параметрам смеси: ОК – 6–16 см; крупность щебня менее 40 мм; большие затраты на промывку трубопроводов; четкая и непрерывная поставка бетонной смеси. Способ применяется при больших объемах работ, стесненности площадки.

Укладку бетонной смеси ведут непрерывно с интенсивностью, обеспечивающей перекрытие ранее уложенного слоя до того, как его податливость достигнет уровня ниже допустимого предела.

Укладку бетонной смеси по схеме «кран-бункер» целесообразно применять при средней интенсивности бетонных работ: 40...45 м³ в смену (до 8 м³/ч) [10]. Применение автобетононасоса целесообразно при наличии большого объема работ. Максимальная интенсивность укладки бетонной смеси при применении автобетононасоса – до 150 м³/ч [10].

В таблице приведена допустимая скорость бетонирования колонн в несъемной опалубке в виде прочного картона и пенополистирола [5].

Таблица – Скорость бетонирования колонн в несъемной опалубке из прочного картона и пенополистирола

Диаметр трубы, мм	Скорость бетонирования, м/час
100–300	6,0
300–450	5,0
450–600	3,5
600–1 250	2,5

Бетонные смеси следует укладывать горизонтальными слоями одинаковой толщины (~0,3...0,5 м) без разрывов с направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Укладку следующего слоя бетонной смеси необходимо производить до начала схватывания бетона предыдущего слоя. Допустимая высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку колонн – 5 м. При большей высоте сбрасывания смеси, во избежание ее расслоения, спуск ее в колонны следует осуществлять по виброжелобам, наклонным лоткам или желобам, обеспечивающим медленное сползание смеси в опалубку [8].

Укладка бетонной смеси без рабочих швов разрешается при следующих условиях [8]:

- бетонирование колонн сечением более 0,4×0,4 м на высоту до 5 м;
- бетонирование колонн сечением менее 0,4×0,4 м и колонн любого сечения с перекрещивающимися хомутами на высоту до 2 м.

При большей высоте участков, бетонируемых без рабочих швов, необходимо устраивать перерывы для осадки бетонной смеси. Рабочие швы (по согласованию с проектной организацией) допускается устраивать при бетонировании колонн на отметках верха фундамента, низа прогонов балок и подкрановых консолей, верха подкрановых балок, низа капителей колонн. При перерыве в бетонировании более двух часов возобновляют укладку только после набора прочности бетоном не менее 1,5 МПа.

После укладки бетонной смеси необходимо произвести ее уплотнение. Применение литых смесей дает возможность исключить данную операцию.

Существуют три способа уплотнения бетона в трубах: глубинным вибрированием, штыкованием и внешним вибрированием.

Штыкование бетона производят вручную стержнями, длина которых больше длины трубы. Оболочка стержня при этом способе также неподвижна, а бетон уплотняется под воздействием перемещаемых стержней.

При устройстве опалубки в виде прочного картона и пенополистирола рекомендуется выполнять уплотнение бетонной смеси штыкованием либо применять литые смеси. Данные способы дают возможность минимизировать нагрузки на стенки опалубки и арматурный каркас.

Применение литых самоуплотняющихся смесей исключает какие-либо воздействия на опалубку, но на порядок увеличивает стоимость конструкции в целом.

Также при устройстве опалубок в виде прочного картона и пенополистирола применяется уплотнение бетонной смеси при помощи вибробулавы, которая крепится на наконечнике гибкого шланга бетоновода (бетонирование с применением бетононасоса).

Вибрированием с помощью глубинных вибраторов применяется для опалубки в виде стальной трубы. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия. Наибольшая толщина укладываемого слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора.

При изготовлении трубобетонных конструкций в соответствии с предложением [6], возможно уплотнение бетонной смеси путем установки через отверстия в металлической трубе внутренних анкеров, снабженных лепестковыми муфтами. Подвижная часть последних имеет резьбовое соединение с анкером, обеспечивающее при его вращении раскрытие лепестков на заданный угол, и последующей укладке бетонной смеси, что обеспечивает совместную работу бетонного ядра и металлической трубы.

Известен еще один метод подачи и уплотнения бетона в трубе [7]. При изготовлении трубобетона путем подачи бетонной смеси по растворопроводу во внутренний объем вертикально выставленной трубы и уплотнения смеси вибрированием укладываемую бетонную смесь подвергают вибрации наконечником растворопровода с одновременным перемещением наконечника от нижнего основания трубы к ее верхней части со скоростью $1 \div 5$ см/с.

На этапе выдерживания бетона и ухода за ним должен соблюдаться ряд требований:

- поддержания температурно-влажностного режима, обеспечивающего нарастание прочности бетона заданными темпами;
- предотвращения значительных температурно-усадочных деформаций и образования трещин;
- предохранения твердеющего бетона от ударов и других механических воздействий;
- предохранения в начальный период твердения бетона от попадания атмосферных осадков или потери влаги.

При выполнении всех требований через 7...14 дней после окончания заливки (при условии, что температура воздуха составляет $25 \dots 30$ °С) конструкцию можно нагружать [8].

Согласно [8] уход за свежим бетоном продолжается до набора 70 % прочности.

Процесс подачи бетонной смеси автобетононасосом состоит из следующих операций: установка автобетононасоса; монтаж бетоновода и подсоединение его к автобетононасосу; подготовка к эксплуатации бетононасоса; подача бетонной смеси по бетоноводу; прием и укладка бетонной смеси в конструкцию; разборка бетоновода; очистка оборудования по окончании работы; свертывание автобетононасоса.

Бетонирование по схеме «кран-бункер» включает в себя такие операции: прием бетонной смеси; укладка бетонной смеси непосредственно на место укладки или по лоткам (хоботам).

Рассматривая в совокупности приведенные выше операции, можно сделать **вывод**, что наименьшая трудоемкость при укладке бетона в колонны по схеме «кран-бункер» – 1,52 чел-час. соответственно, наибольшая – при выполнении работ с применением автобетононасоса – 5,86 чел-час [11] (рис. 2). Показатели приведены на 1 м^3 .

Подача бетонной смеси автобетононасосами требует выполнения дополнительных операций, поэтому по сравнению со схемой бетонирования «кран-бункер» этот способ подачи смеси к месту укладки менее экономичен. Однако применение автобетононасоса позволяет увеличить производительность работ, особенно при больших объемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84* ; чинні від 2011-06-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

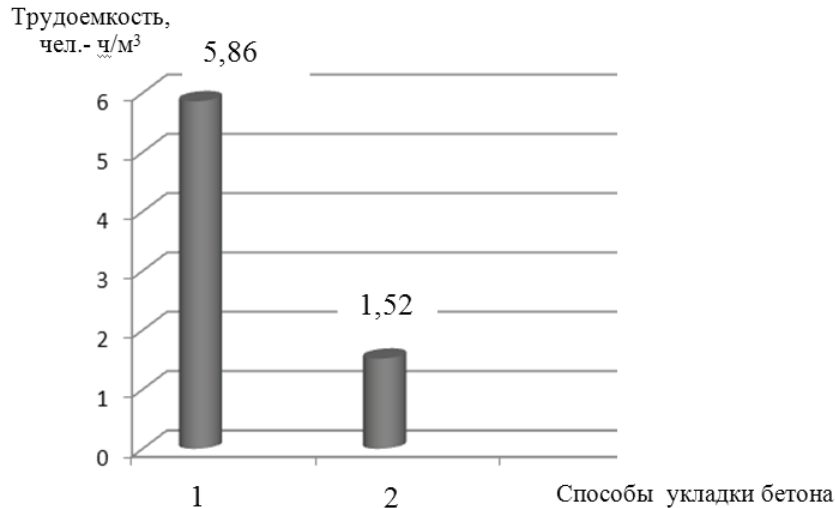


Рисунок 2 – График трудоемкости процесса бетонирования при возведении колонн: 1 – бетонирование автобетононасосом, 2 – бетонирование по схеме «кран-бункер».

- ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП III-4-80* ; чинні від 2012-04-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
- ДБН А.3.1-5-2009. Державні будівельні норми України. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На заміну ДБН А.3.1-5-96 ; чинні з 2012-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
- Санжаровский, Р. С. Несущая способность сжатых трубобетонных стержней [Текст] / Р. С. Санжаровский // Бетон и железобетон. – 1971. – № 11. – С. 27–28.
- Исследование эффективности организационно-технологического процесса возведения колонн паркинга в несъемной опалубке [Текст] / А. М. Югов, В. В. Таран, Н. С. Коннов, Д. Е. Бершадская // Motrol, commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – 2014. – Vol 14, № 5. – P. 267–273.
- Пат. 2417290 Российская Федерация, МПК Е 04 С 3/34. Способ повышения несущей способности трубобетонных конструкций [Текст] / Афанасьев А. А., Курочкин А. В. ; заявитель и патентообладатель Афанасьев А. А., Курочкин А. В. – № 2010111186/03 ; заявл. 24.03.2010 ; опубл. 27.04.2011, Бюл. № 12. – 7 с.
- Пат. 2262574 Российская Федерация, МПК Е 04 G 21/08. Способ изготовления трубобетона и устройство для его осуществления [Текст] / Бикбау М. Я., Тимербулатов Т. Р. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Московский институт материаловедения и эффективных технологий» (ОАО «Московский ИМЭТ»). – № 2003117764/03 ; заявл. 18.06.2003 ; опубл. 20.10.2005, Бюл. № 29. – 7 с.
- СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – Взамен СНиП III-15-76; СН 383-67; СНиП III-16-80; СН 420-71; СНиП III-18-75; СНиП III-17-78; СНиП III-19-76; СН 393-78 ; введ. 1 июля 1988 г. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 190 с.
- Карты трудовых процессов строительного производства. Бетонирование монолитных конструкций с помощью автобетононасоса [Текст] : ККТ-4.1-49 / ВНИИПИ труда в строительстве Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1989. – 28 с.
- Афанасьев, А. А. Бетонные работы [Текст] : Учебник для проф. обучения рабочих на производстве / А. А. Афанасьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 288 с. : ил. – ISBN 5-06-001810-5.
- ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций [Текст]. Вып. 1 Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 64 с.

Получено 04.09.2014

В. В. ТАРАН, Д. Є. БЕРШАДСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ УКЛАДАННЯ БЕТОНУ В НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ КОЛОН КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті описана технологія виконання робіт по влаштуванню колон круглого перерізу в незнімній опалубці. Перелічені види незнімних опалубок для бетонування колон круглого перерізу. Наведено переваги і недоліки застосування незнімної опалубки. Розглянуто методи бетонування колон круглого перерізу в незнімній опалубці. Описано існуючі способи ущільнення бетонної суміші. Розглянуто

способи догляду за бетоном в літній період. Виконано порівняння за методами укладання бетону. Наведена трудомісткість процесу бетонування при веденні робіт за схемою «кран-бункер» і з застосуванням автобетононасоса.

незнімна опалубка, бетонування колон, монтаж опалубки, трудомісткість

VALENTINA TARAN, DAR'YA BERSHADSKAYA
PROCESS ENGINEERING OF LAYING OF CONCRETE TO THE PERMANENT
FORM OF ROUND CROSS-SECTION COLUMNS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article process engineering of works of technology of round cross-section columns in permanent form. Different kinds of permanent forms for concreting of round cross-section columns have been recited. Advantages and disadvantages of usage of permanent form have been given. The methods of concreting of round cross-section columns in permanent form have been considered. The actual methods of concrete mix compaction have been described. The methods of curing system in summer have been considered. The comparison of methods of laying of concrete has been done. Labor intensivity of concreting procedure under the scheme «tap-bunker» with the practice of concrete pump has been given.

permanent form, concrete columns, installation of form, the labor intensivity

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель, шляхом зменшення енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

Бершадська Дар'я Євгенівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві, удосконалення технології і організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий, путем снижения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительной продукции.

Бершадская Дарья Евгеньевна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка энергосберегающих технологий в гражданском строительстве, совершенствование технологии и организации строительного производства на основе прогрессивных строительных материалов и конструкций.

Taran Valentina – PhD (Eng.), Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

Bershadskaya Dar'ya – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of energy saving methods in civil engineering, improvement of construction technology and organization on the basis of up-to-date building materials and structures.