

УДК 624.042

Д. В. БЕЛОВ, М. А. КЛЕЩЁВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ БЕТОНИРОВАНИЯ САМОУПЛОТНЯЮЩИМСЯ БЕТОНОМ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОЛОНН

Аннотация. В данной статье предложена новая технология бетонирования сталежелезобетонных колонн с использованием самоуплотняющегося бетона, которая позволяет сократить трудоемкость бетонирования при возведении монолитных сталежелезобетонных вертикальных конструкций. Показано устройство применяемой опалубочной системы, принцип её работы и технология бетонирования сталежелезобетонных колонн. Приводится описание оборудования для выполнения работ с помощью предложенного метода. Освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения возведения монолитных сталежелезобетонных колонн. Приводится перечень работ и мероприятий, необходимых для возведения монолитных колонн. Детально освещаются стадии устройства колонн с применением данной технологии и средств механизации. Представлено необходимое оборудование и специальные вспомогательные средства для производства работ. Даются варианты типовых поперечных сечений сталежелезобетонных колонн. Выполняется анализ технико-экономических показателей для выявления оптимального решения по устройству сталежелезобетонных вертикальных конструкций различного функционального назначения.

Ключевые слова: колонны, конструкции сталежелезобетонные, жесткая наружная арматура, самоуплотняющийся бетон, роторный насос.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Сталежелезобетонные конструкции в мировой строительной практике относятся к стандартным решениям. Они объединяют в себе ряд преимуществ, среди которых высокая скорость возведения и снижение ресурсоемкости, что позволяет значительно повысить экономическую эффективность в целых сегментах строительства [1].

В таких конструкциях обеспечивается совместная работа стальной и железобетонной частей с помощью специальной арматуры или изделий (рис. 1). Удачное сочетание конструктивных материалов обеспечивает компактность, большую несущую способность и высокую огнестойкость. Применение сталежелезобетонных конструкций позволяет снизить металлоемкость конструкций до 26 %.

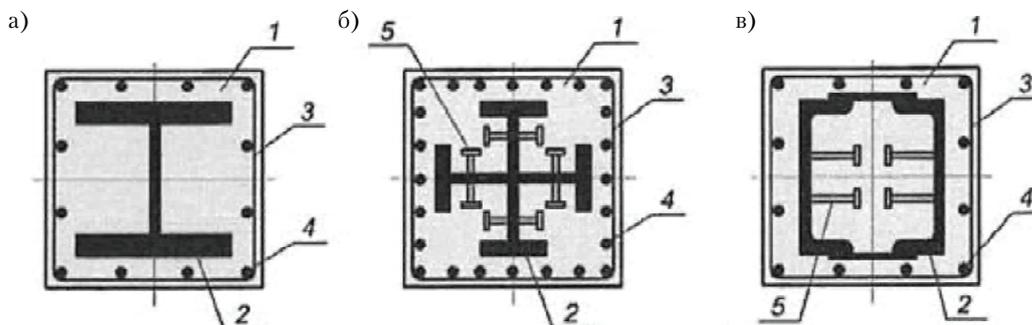


Рисунок 1 – Типовые поперечные сечения сталежелезобетонных конструкций: а) жесткая арматура в форме двутавра; б) жесткая арматура в форме крестообразного сечения; в) жесткая арматура коробчатого сечения; 1 – бетон; 2 – жесткая внутренняя арматура; 3 – жесткая наружная арматура; 4 – продольная гибкая арматура; 5 – упор.

© Д. В. Белов, М. А. Клещёв, 2021

Сталежелезобетонные колонны позволяют при сохранении или незначительном увеличении габаритов стального профиля повысить его несущую способность в несколько раз. При помощи бетонного заполнения можно уменьшить габариты колонн на 30 % с сохранением равнозначной несущей способности железобетонной колонны [2].

Сталежелезобетонные конструкции являются оптимальным видом конструкций при проектировании и возведении конструкций зрелищных и общественных зданий, где требуется повышенная прочность конструкций и малые габариты в плане для колонн.

Это особенно важно для коммерческой недвижимости, где увеличение габаритов колонн и их количество негативно сказывается на планировке и привлекательности помещений. Ведь, кроме собственного габарита, каждая колонна делает малоэффективными 1...2 м² вокруг себя [3].

Самоуплотняющийся бетон в настоящее время становится очень популярным строительным материалом. Его использование ограничивалось возможностями поставщиков и производителей монолитного железобетона. Тем не менее возможности, открытые применением нового материала, еще не используются в полной мере. Только благодаря использованию новых технологий и современных строительных материалов, а также благодаря постоянному контролю качества исходного сырья и материалов можно обеспечить в современных условиях высокое качество строительства [4].

Эффективная работа сталежелезобетонных конструкций находится в зависимости от разных факторов, формы и размеров железобетонного и стального элемента, деформационных и прочностных характеристик используемых материалов, последовательности производства работ и прочих условий.

Поэтому **целью** исследования является разработка новой технологии бетонирования монолитных сталежелезобетонных колонн с использованием самоуплотняющегося бетона.

Последовательность бетонирования колонн

Технология бетонирования сталежелезобетонных колонн основана на использовании самоуплотняющегося бетона в комбинации с закачиванием смеси в опалубку снизу вверх [5].

После установки наружной стальной арматуры-опалубки 1 выполняется армирование колонны продольной гибкой арматурой 3 на всю высоту конструкции. По окончании армирования монтируется вторая сторона опалубки-арматуры, производится сварка её двух частей, в плане образуется

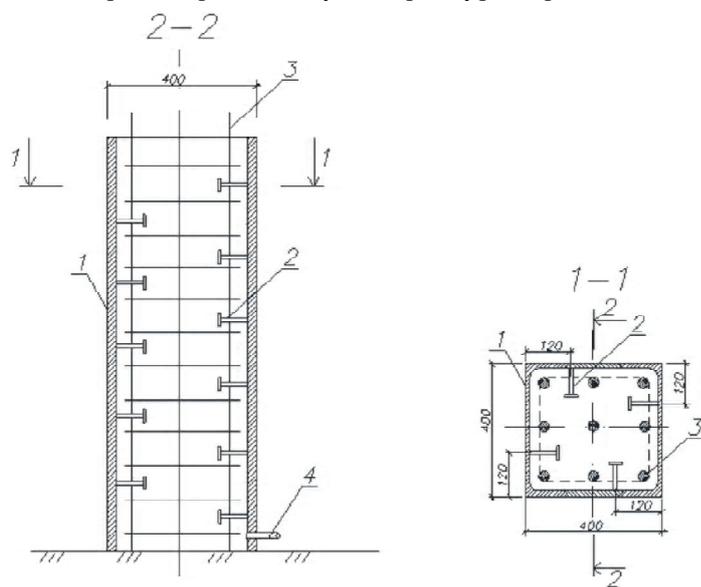


Рисунок 2 – Монтаж опалубки сталежелезобетонной колонны:
1 – арматура-опалубка; 2 – анкерный упор; 3 – продольная гибкая арматура; 4 – штуцер.

квадратный замкнутый профиль. Для совместной работы наружной арматуры-опалубки 1 и бетона на её внутренней стороне предварительно привариваются анкерные упоры 2. В нижней части арматуры-опалубки 1 устроен штуцер 4 для подачи бетона, который оборудован задвижкой (рис. 2).

Подача бетонной смеси в опалубку осуществляется под давлением выше атмосферного. Использование самоуплотняющихся видов бетона с предварительной деаэрацией упрощает процесс, благодаря чему самые нестандартные формы могут быть полностью заполнены. Смесь заливается в опалубку снизу вверх. Самоуплотняющийся бетон (СУБ) подается через штуцер 4 одновременно на всю захватку, т. е. в десять-двенадцать колонн, процесс подачи бетонной смеси осуществлялся непрерывно на всю высоту конструкций (рис. 3).

Бетон подается без технологических перерывов, после зачки бетона задвижки штуцеров перекрываются. Вытесняемый из опалубки бетонной смесью воздух выходит в открытую верхнюю часть опалубки (рис. 4).

Роторный насос 6 представляет собой необходимое технологическое оборудование для данного метода бетонирования [6].

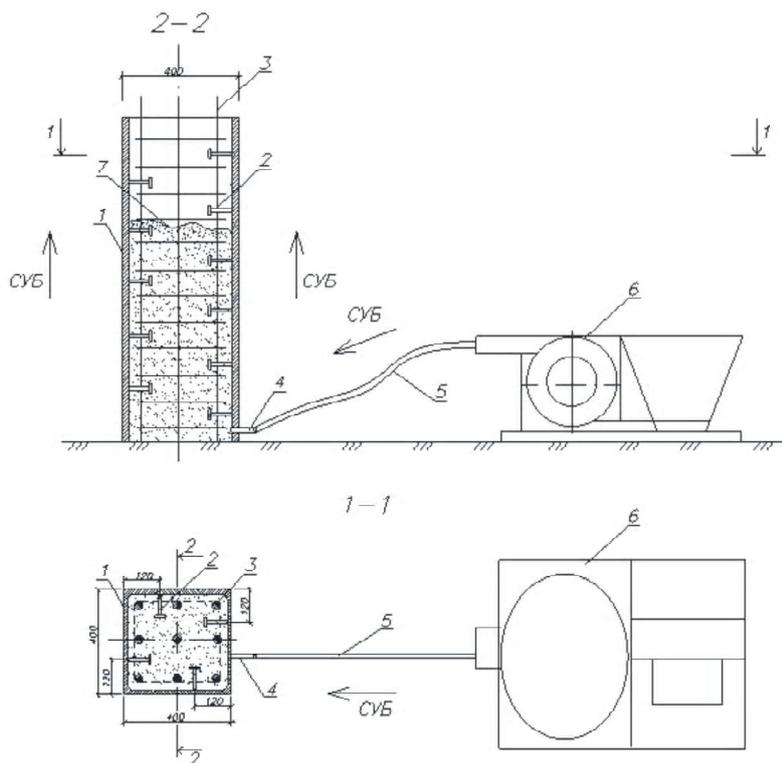


Рисунок 3 – Бетонирование сталежелезобетонной колонны: 1 – арматура-опалубка; 2 – анкерный упор; 3 – продольная гибкая арматура; 4 – штуцер; 5 – шланг для подачи бетона; 6 – роторный насос; 7 – самоуплотняющийся бетон.

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 подачи смеси до 18 м³/ч [7].

При использовании нескольких насосов технология позволяет достичь высочайшей габаритной точности конструкции и обеспечивает крайне высокую производительность (до 300 л/мин.). Насос снабжен датчиками, сигнализирующими о разрывах шланга или закупорке (рис. 4).

Использование самоуплотняющегося бетона позволяет существенно сократить время бетонирования сталежелезобетонных колонн из-за отсутствия операции уплотнения бетонной смеси, а удобство укладки бетона снизу вверх позволяет добиться отличного распределения смеси в опалубке [8].

Для сравнительного анализа методов бетонирования приняты сталежелезобетонные колонны торгового центра, с поперечным сечением 400×400 мм, высота колонны 4,2 м.

Анализ показал, что бетонирование самоуплотняющимся бетоном позволяет сократить трудозатраты – от 19,1 до 22,2 % (рис. 5а). Снижение продолжительности производства работ составляет – 8,4...16,7 % (рис. 5в). Однако стоимость устройства сталежелезобетонных колонн с помощью СУБ выше в среднем на 44 % в сравнении с использованием уплотняемых бетонов, что вызвано стоимостью самоуплотняющегося бетона (рис. 5б).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Основными преимуществами технологии бетонирования сталежелезобетонных колонн с использованием самоуплотняющегося бетона является: снижение трудозатрат за счет высокой технологичности процесса бетонирования и отсутствия операции виброуплотнения бетонной смеси; снижение сроков возведения; безопасное ведение строительных работ и сокращение работ на высоте; исключение или уменьшение человеческого фактора в процессе формирования; исключение вредного влияния вибрации и шума.

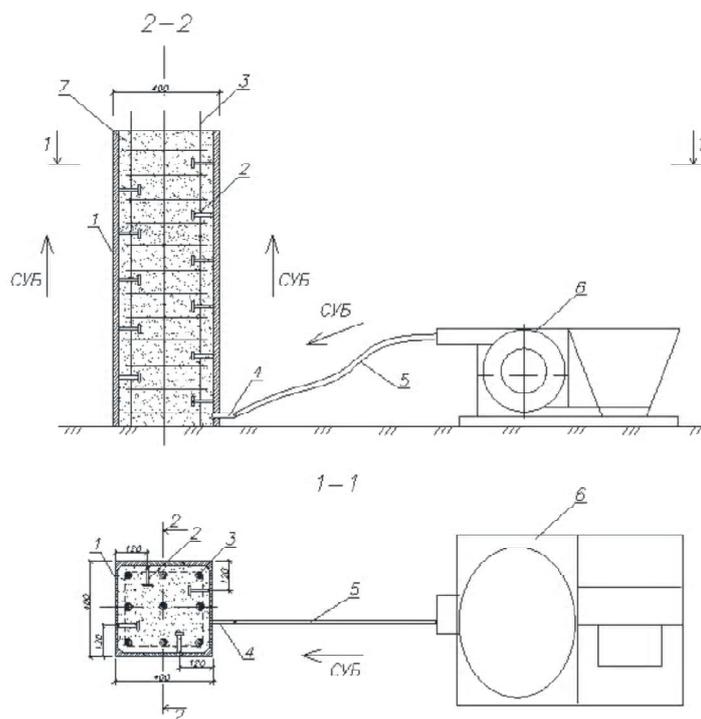


Рисунок 4 – Окончание бетонирования сталежелезобетонной колонны: 1 – арматура-опалубка; 2 – анкерный упор; 3 – продольная гибкая арматура; 4 – штуцер; 5 – шланг для подачи бетона; 6 – роторный насос; 7 – самоуплотняющийся бетон.

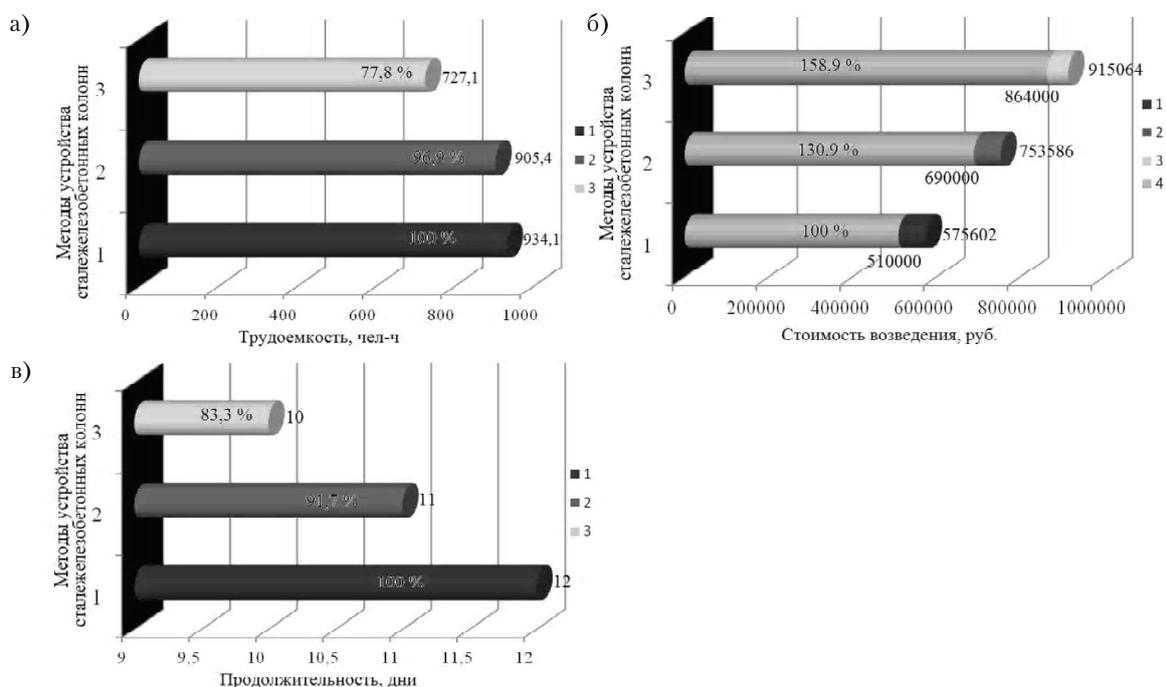


Рисунок 5 – Сравнительные гистограммы при возведении сталежелезобетонных колонн, на объем 100 м^3 монолитного бетона: а) трудоемкости работ; б) стоимости работ; в) продолжительности работ; 1 – устройство сталежелезобетонных колонн из уплотняемого бетона с внутренним армированием; 2 – устройство сталежелезобетонных колонн из уплотняемого фибробетона; 3 – устройство сталежелезобетонных колонн из СУБ бетона с внутренним армированием; 4 – стоимость бетона.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баженов, Ю. М. Модифицированные и высококачественные бетоны : учебное пособие / Ю. М. Баженов, В. С. Демьянова, В. И. Калашников. – Москва : Ассоциация строительных вузов, 2007. – 368 с. – Текст : непосредственный.
2. Плевков, В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений : учебное пособие / В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. А. Балдин. – Москва : АСВ, 2011. – 314 с. – Текст : непосредственный.
3. Кикин, А. И. Конструкции из стальных труб, заполненных бетоном : учебное пособие / А. И. Кикин, Р. С. Санжаровский, В. А. Труль. – Москва : Стройиздат, 1974. – 144 с. – Текст : непосредственный.
4. Стороженко, Л. И. Трубобетонные конструкции : учебное пособие / Л. И. Стороженко. – Киев : Будивельник, 1978. – 81 с. – Текст : непосредственный.
5. СП 266.1325800.2016. Правила проектирования. Конструкции сталежелезобетонные = Planning rules. Constructions steel reinforce-concrete : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства от 30 декабря 2016 г. № 1030/пр : введен впервые : дата введения 2016-12-31 / разработан АО «НИЦ». – Москва : Строительство, 2016 – 26 с. – Текст : непосредственный.
6. СТО АРСС 1 1251254.001-018-4. Руководство по проектированию сталежелезобетонных конструкций (в развитие СП 266.1325800.2016 Конструкции сталежелезобетонные Правила проектирования) : издание официальное : [утвержден приказом генерального директора № 10/02 от 25 августа 2018 г.] : введен впервые : дата введения 2018-11-01 / разработан АО «НИЦ "Строительство"». – Москва : Аксиом Графикс Юнион, 2018. – 105 с. – Текст : непосредственный.

Получена 28.09.2021

Д. В. БЕЛОВ, М. О. КЛЕЩОВ
ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНОЛОГІЇ БЕТОНУВАННЯ
САМОУЩІЛЬНЮВАЛЬНИМ БЕТОНОМ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ
КОЛОН
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. У цій статті запропонована нова технологія бетонування сталезалізобетонних колон з використанням самоущільнювального бетону, яка дозволяє скоротити трудомісткість бетонування при зведенні монолітних сталезалізобетонних вертикальних конструкцій. Показано облаштування вживаної опалубної системи, принцип її роботи і технологію бетонування сталезалізобетонних колон. Наведено опис устаткування для виконання робіт за допомогою запропонованого методу. Освітлені технологія виконання робіт і переваги нового технологічного рішення зведення монолітних сталезалізобетонних колон. Наведено перелік робіт і заходів, необхідних для зведення монолітних колон. Детально освітлено стадії облаштування колон із застосуванням цієї технології і засобів механізації. Представлено необхідне устаткування і спеціальні допоміжні засоби для виробництва робіт. Надано варіанти типових поперечних перерізів сталезалізобетонних колон. Виконується аналіз техніко-економічних показників для виявлення оптимального рішення щодо облаштування сталезалізобетонних вертикальних конструкцій різного функціонального призначення.

Ключові слова: колони, конструкції сталезалізобетонні, жорстка зовнішня арматура, самоущільнювальний бетон, роторний насос.

DENIS BELOV, MAKSIM KLESHCHEV
FEATURES OF TECHNOLOGY OF CONCRETING BY THE SELF-PACKING
CONCRETE OF STEEL REINFORCE-CONCRETE COLUMNS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. In this article new technology of concreting of steel reinforce-concrete columns is offered with the use of self-packing concrete, that allows to shorten lab our intensiveness of concreting at erection of monolithic steel reinforce-concrete of vertical constructions. The device of the applied framework system, principle of its work and technology of concreting of steel reinforce-concrete columns, is shown. Description over of equipment is brought for implementation of works by means of the offered method. The technology of work and the advantages of a new technological solution for the construction of monolithic steel-reinforced concrete columns are highlighted. A list over of works and measures, necessary for erection of monolithic columns, is brought. The stages of device of columns are illuminated in detail with the use of this technology and facilities of mechanization. The necessary equipment and special auxiliary means for the production of works are presented. The variants of model cross runners of steel reinforce-concrete

columns are given. The analysis of technical and economic indicators is carried out to identify the optimal solution for the construction of steel-reinforced concrete vertical structures of various functional purposes.

Key words: columns, steel-reinforced concrete structures, rigid external reinforcement, self-sealing concrete, rotary pump.

Белов Денис Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Клещёв Максим Александрович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Белов Денис Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Клещов Максим Олександрович – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Belov Denis – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of work in the construction of monolithic structures.

Kleshchev Maksim – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of work in the construction of monolithic structures.