

УДК 691.87

В. В. ТАРАН, Д. В. АЛЕЙНИК, А. Р. ШАМРИЛЮК

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. Сокращение продолжительности возведения каркасно-монолитных зданий в настоящее время является актуальной задачей. Для принятия наиболее технологичного решения необходимо выполнить вариантное сравнение по каждому из процессов, составляющих совокупность работ на строительной площадке. Рассмотрены основные виды армирования монолитного перекрытия, виды опалубочных систем при возведении типового этажа зданий из монолитного железобетона, представлена совокупность работ, выполняемых на строительной площадке по каждому из составляющих процессов. Выполнено сравнение трудоемкости по основным видам подачи арматурных изделий на монтажный горизонт на 100 м² монолитного перекрытия. Представлено сравнение трудоемкости по основным видам опалубочных систем. Выбор наиболее технологичного вида армирования и опалубочных систем будет зависеть от совокупной трудоёмкости по одному из критериев: продолжительности выполнения арматурных и опалубочных работ, продолжительности транспортных процессов.

Ключевые слова: армирование, опалубка, монолитное перекрытие, трудоемкость, продолжительность.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время скоростное монолитное домостроение (СМД) – одна из перспективных технологий возведения каркасно-монолитных жилых зданий. СМД привлекательно для инвестора и заказчика, а также для подрядчика тем, что позволяет возводить объекты в короткие сроки без ухудшения качества продукции и при этом экономить финансовые средства. Этот вид строительства требует к себе особого подхода – помимо хорошо развитой технической базы, высокого уровня используемых технологий и квалификации занятых работников, необходима четкая организация и возможности оперативного управления строительным процессом. Обычно скоростным называют строительство, где удается существенно сократить нормируемые сроки возведения объекта [1].

Одной из важных задач в сфере монолитного домостроения является формирование модели СМД, охватывающей организационные и технологические вопросы возведения многоэтажных зданий в скоростном режиме.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Выявлено, что значительный вклад в решение теоретических и практических вопросов развития скоростного монолитного домостроения внесли А. В. Галумян [2], А. А. Афанасьев [3], В. В. Дьячков [4], Л. В. Зиневич [5], М. Ф. Марковский, Н. Г. Бурсов [6].

Авторами произведён анализ особенностей и обзор возведения различных зданий и сооружений, включая принципы выбора технологии ведения процессов и работ в зависимости от условий строительства.

В статье автора А. В. Галумян «Об организационно-технологической модели скоростного строительства жилых зданий из монолитного железобетона» предложена организационно-технологическая модель возведения жилых многоэтажных зданий в разборно-переставной опалубке в скоростном режиме, теоретически и экспериментально подтверждена возможность значительного снижения трудоемкости и стоимости строительства при выполнении основных видов работ за счет их рационализации и введения новых норм времени их выполнения [2].

В статье автора Л. В. Зиневич «О разработке технологии оперативного температурно-прочностного контроля бетона при выдерживании монолитных конструкций в условиях современного скоростного строительства» предложен и реализован метод косвенных измерений температуры бетона через опалубку с использованием инфракрасной (ИК) термометрии, теоретически обоснован и практически реализован метод косвенных измерений температуры бетона через опалубку с использованием инфракрасной (ИК) термометрии, произведена вероятностная оценка надежности и существующих схем точечного температурного контроля (на примере перекрытий) [5].

Таким образом, выполненные исследования связаны с реализацией задач по совершенствованию методов и средств повышения качества продукции строительного производства при скоростном возведении объектов строительства.

ЦЕЛИ

Повышение эффективности производства работ при возведении каркасно-монолитного здания путем выбора рациональных организационно-технологических решений, позволяющих уменьшить трудоемкость, сократить сроки возведения монолитного каркаса и получить экономический эффект.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

К основным процессам на строительной площадке при возведении каркасно-монолитных гражданских зданий относятся:

- опалубочные работы;
- арматурные работы;
- укладка бетона;
- уход за бетоном;
- демонтаж опалубки.

В первую очередь темп строительства задает своевременная доставка основных материалов: бетона, арматурных изделий, опалубки.

Применяют в основном две технологические схемы доставки бетонной смеси:

- в автобетоносмесителях от централизованного бетонного узла;
- с автоматизированного бетонного узла.

Второй вариант позволяет управлять процессом корректировки состава бетонной смеси и обеспечивает её приготовление на объекте. Это экономит средства и время, потраченные на перевозку бетонной смеси.

Доставка арматуры осуществляется транспортными средствами. Они выбираются с учётом веса, размера, а также конфигурации арматурных изделий.

Наиболее часто в строительстве используется автомобильный транспорт.

Его основными достоинствами являются большая скорость, высокая маневренность.

На строительную площадку арматурные изделия поставляют в виде отдельных стержней, сеток, каркасов. Сетки перевозятся пакетами по несколько штук в пакете.

Доставка элементов опалубки осуществляется при помощи бортовых грузовиков, а также бортовых длинномеров.

Около 90...95 % железобетонных конструкций возводят с применением разборно-переставных опалубок. Основными видами разборно-переставных опалубок являются: мелкощитовая и крупнощитовая. Они обладают универсальностью при бетонировании различных видов конструкций.

Помимо разборно-переставной, достаточно часто применяют несъемные опалубки.

На строительную площадку опалубку доставляют комплектами. В состав комплекта входят: набор щитов, элементы крепления, вспомогательные и поддерживающие устройства. Устанавливают и разбирают опалубку в соответствии с технологической документацией звенья опалубщиков или опалубщики комплексных бригад. Принимают опалубку мастер или прораб [7].

Монолитные колонны и перекрытия возводятся в основном в разборно-переставной мелкощитовой опалубке.

Также в монолитном строительстве используются несъемные опалубки. В основном они состоят из фибробетона, вспененного экструдированного пенополистерола. Существуют два вида несъемной опалубки:

1) Состоящая из щитов для бетонирования стен и перекрытий. Пространство между щитами заполняется арматурными элементами и бетонной смесью.

2) Состоящая из крупных пустотелых блоков. После монтажа они армируются и заполняются бетонной смесью. Бетонное ядро обеспечивает прочность конструкции, а лёгкая оболочка блоков – теплоизоляцию [8].

Сравнив трудоемкость выполнения работ по опалубливанию перекрытия [9], выбирается вариант с наименьшей трудоёмкостью, и как следствие, с наименьшей продолжительностью работ.

Для сравнения трудоёмкости используется ГЭСН 81-02-06-2017 Сборник 6 [9]. Согласно данному нормативному документу сравниваем трудоёмкость наиболее применяемых для каркасных зданий опалубочных систем, чтобы выбрать наименее трудоёмкую из приведенных в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение трудоемкости различных опалубочных систем для перекрытия

Опалубочная система	Единица измерения	Трудоёмкость, чел-ч	Средний разряд работ
Мелкощитовая опалубка перекрытий	10 м ²	8,1	2,5
Крупнощитовая опалубка перекрытий		6,5	3,8

Правильный выбор опалубки позволит сократить сроки строительства, ведь трудоемкость опалубочных работ составляет примерно 40 % от всего комплекса монолитных работ.

Итак, в ходе сравнения трудоемкостей различных опалубочных систем наименее трудоемкой оказалась крупнощитовая (для перекрытий на 20 % меньше по сравнению с применением мелкощитовой опалубки). При выборе окончательного решения применения вида опалубки необходимо учитывать специфические особенности строительного процесса и условий возведения объекта.

Арматурные работы составляют 17...30 % стоимости и 15...25 % трудоемкости от всего комплекса монолитных работ. Они включают в себя изготовление арматурных изделий, укрупнительную сборку и установку в проектное положение.

Существует несколько видов установки арматуры в перекрытиях:

- 1) установка горизонтальных сеток краном;
- 2) укладка арматурной сетки методом раскатки рулона;
- 3) установка и вязка арматуры отдельными стержнями с двойной арматурой.

Наиболее часто на строительной площадке используется третий вид.

Каждый из приведенных видов влияет на трудоемкость выполнения процесса по армированию перекрытия, что в свою очередь влияет на продолжительность выполнения работ.

Как показывает опыт, при возведении всемирно известных небоскребов, таких как Бурдж-Халифа, Шанхайская башня, башни Петронас, используется армирование монолитных перекрытий отдельными стержнями, которые соединяются в сетки на монтажном горизонте.

Сокращение потерь времени при армировании монолитных перекрытий также зависит от правильного выбора транспортных средств и осуществления комплексной механизации транспортных процессов, включающих в себя погрузку, перемещение и выгрузку грузов на строительной площадке.

Сравнив трудоемкость выполнения работ по армированию перекрытия [10], выбирается вариант с наименьшей трудоёмкостью, и как следствие, с наименьшей продолжительностью работ.

При армировании монолитных перекрытий в жилых каркасных зданиях в основном используется арматура диаметром 12 мм с шагом продольных и поперечных стержней 200 мм. Таким образом, на 100 м² монолитного сплошного перекрытия используется 1,78 т арматуры. При армировании сетками, количество последних составляет – 32 шт. Данные по сравнению трудоемкости приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение трудоемкости различных видов армирования на 100 м² монолитного перекрытия

Вид армирования	Трудоёмкость, чел.-ч.	Средний разряд работ
Установка горизонтальных сеток краном	16,6	3,1
Укладка арматурной сетки методом раскатки рулона	6,4	3,1
Установка и вязка арматуры отдельными стержнями с двойной арматурой	16	3

По данным таблицы 2 выявлено, что наименее трудоёмким из рассмотренных видов армирования является укладка арматурной сетки методом раскатки рулона на 62 % по сравнению с установкой горизонтальных сеток краном и на 60 % по сравнению с установкой и вязкой арматуры отдельными стержнями.

Операции по уходу за бетоном начинаются сразу после его укладки. Поверхность бетона предохраняют от воздействия прямых солнечных лучей, ветра и дождя. При температуре выше +15 °С в течение первых трех суток бетон поливают через каждые 3–4 часа днем и 1–2 раза ночью; в последующие дни – не реже трех раз в сутки.

Поверхность свежесушеного бетона также покрывают лаком, эмульсиями, укрывают прозрачными пленками, брезентами. В процессе выдерживания бетон предохраняют от механических повреждений. Поэтому установка лесов, опалубки и движение людей по забетонированной конструкции допускается только после набора бетона прочности не менее 1,5 МН/м² (15 кгс/см²) [10].

Показатели сравнения по трудоёмкости различных видов ухода за бетоном приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сравнение трудоёмкости различных видов ухода за бетоном

Вид ухода за бетоном	Единица измерения	Трудоёмкость, чел-ч	Средний разряд работ
Поливка бетонной поверхности водой из брандспойта	100 м ²	0,14	3,1
Покрытие бетонной поверхности рогожами, плёнками или матами	100 м ²	0,21	3,4

Из вышеприведенных видов ухода за бетоном наименее трудоёмким является поливка бетонной поверхности водой из брандспойта (33 % по сравнению с покрытием бетонной поверхности рогожами, плёнками или матами).

Чтобы сократить продолжительность возведения зданий с монолитным каркасом, необходимо выполнить вариантное сравнение по каждому из видов процесса, составляющих совокупность работ на строительной площадке. При выборе окончательного решения применения вида армирования и опалубки необходимо учитывать специфические особенности строительного процесса и условий возведения объекта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 1.04.03-85. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений : издание официальное : утвержден и введен в действие Постановлением Госстроя 42 СССР и Госплана СССР от 17 апреля 1985 г. № 51-90-ст : дата введения 1991- 01-01. – Москва : Стройиздат, 1987. – 522 с. – Текст : непосредственный.
2. Галумян, А. В. Организационно-технологической модель скоростного строительства жилых зданий из монолитного железобетона : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук / Галумян Арамаис Варданович ; Московский государственный строительный университет. – Москва, 2010. – 200 с. – Текст : непосредственный.
3. Афанасьев, А. А. Моделирование технологических процессов омоноличивания стыков каркасных зданий при всесезонном производстве работ / А. А. Афанасьев, Л. В. Зиневич. – Текст : электронный // Промышленное и гражданское строительство. – 2012. – № 11. – С. 32–34. – URL: <https://www.elibrary.ru/contents.asp?issue-id=1068601> (дата обращения: 01.11.2021).
4. Дьячков, В. В. Механические соединения арматуры – применение и тенденция / В. В. Дьячков. – Текст : электронный // Бетон и железобетон. – 2013. – № 4. – С. 8–9. – URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26685986> (дата обращения: 01.11.2021).
5. Зиневич, Л. В. Разработка технологии оперативного температурно-прочностного контроля бетона при выдерживании монолитных конструкций в условиях современного скоростного строительства : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Зиневич Людмила Владимировна ; Московский государственный строительный университет. – Москва, 2009. – 200 с. – Текст : непосредственный.
6. Марковский, М. Ф. Высотное строительство из монолитного железобетона / М. Ф. Марковский, Н. Г. Бурсов // ais.by : [сайт]. – 2011. – № 2. – URL: <https://ais.by/story/12613> (дата обращения: 17.09.2021). – Текст : электронный.
7. СП 371.1325800.2017. Опалубка. Правила проектирования. Свод правил : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 11 декабря 2017 г. № 1640/пр : дата введения 2018-06-12. – Москва : Минстрой России, 2017. – 54 с. – Текст : непосредственный.

8. Разработка технологической карты на монолитные работы : учебно-методическое пособие / А. Н. Василенко, Д. А. Казаков, И. Е. Спивак, А. Н. Ткаченко ; Воронежский государственный технический университет. – Воронеж : [Воронежский государственный технический университет], 2017. – 268 с. – Текст : непосредственный.
9. ГЭСН 81-02-06-2017. Сборник 6. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные : издание официальное : утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 30 декабря 2016 г. № 1038-ст : дата введения 2017-04-28. – Москва : Стройинформиздат, 2017. – Текст : непосредственный.
10. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции : актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. № 109/ГС : дата введения 2013-07-01. – Москва : ФГУП Стандартинформ, 2012. – 196 с. – Текст : непосредственный.

Получена 09.10.2021

В. В. ТАРАН, Д. В. АЛЕЙНИК, А. Р. ШАМРИЛЮК
ШЛЯХИ СКОРОЧЕННЯ ТРИВАЛОСТІ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНО-
МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Скорочення тривалості зведення каркасно-монолітних будівель на даний час є актуальною задачею. Для прийняття найбільш технологічного рішення необхідно виконати порівняння по кожному з процесів, що становлять сукупність робіт на будівельному майданчику. Розглянуто основні види армування монолітного перекриття, види опалубних систем при зведенні типового поверху будівель з монолітного залізобетону, представлено сукупність робіт, що виконуються на будівельному майданчику по кожному зі складових процесів. Виконано порівняння трудомісткості за основними видами подачі арматурних виробів на монтажний горизонт на 100 м² монолітного перекриття. Представлено порівняння трудомісткості за основними видами опалубних систем. Вибір найбільш технологічного виду армування і опалубних систем буде залежати від сукупної трудомісткості за одним з критеріїв: тривалості виконання арматурних і опалубних робіт, тривалості транспортних процесів.

Ключові слова: армування, опалубка, монолітне перекриття, трудомісткість, тривалість.

VALENTINA TARAN, DMITRII ALEINIK, ANASTASIA SHAMRILYUK
WAYS TO REDUCE THE DURATION OF THE CONSTRUCTION OF FRAME-
MONOLITHIC BUILDINGS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Reducing the duration of the construction of frame-monolithic buildings is currently an urgent task. To make the most technologically advanced decision, it is necessary to perform a comparison for each of the processes that make up the totality of work at the construction site. The main types of reinforcement of monolithic floors, types of formwork systems for the construction of a typical floor of buildings from monolithic reinforced concrete are considered, a set of works performed at the construction site for each of the constituent processes is presented. A comparison was made of the labor intensity in terms of the main type of supply of reinforcement products to the mounting horizon per 100 m² of monolithic overlap. Comparison of labor intensity for the main types of formwork systems is presented. The choice of the most technologically advanced type of reinforcement and formwork systems will depend on the total labor intensity according to one of the criteria: the duration of reinforcement and formwork work, the duration of transport processes.

Key words: reinforcement, formwork, monolithic overlap, labor intensity, duration.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия 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.

Алейник Дмитрий Викторович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: пути сокращения продолжительности возведения каркасно-монолитных зданий.

Шамрилюк Анастасия Руслановна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий.

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: Шляхи скорочення тривалості зведення каркасно-монолітних будівель.

Алейник Дмитро Вікторович – магистрант кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: шляхи скорочення тривалості зведення каркасно-монолітних будівель.

Шамрилюк Анастасія Русланівна – магистрант кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель.

Taran Valentina – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of structural and technological solutions in the construction of monolithic frame civil buildings, by reducing the energy intensity, material intensity, labor intensity and cost of construction products.

Aleinik Dmitrii – master’s student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: ways to reduce the duration of the construction of monolithic frame buildings.

Shamrilyuk Anastasia – master’s student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of structural and technological solutions in the construction of monolithic frame civil buildings.