

Оценка продолжительности укладки бетонной смеси на монтажном горизонте

Е.В. Михайлова¹, Д.В. Орехова²

¹*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва*

²*Волгоградский институт бизнеса, Волгоград*

Аннотация: В статье рассматривается особенность определения продолжительности укладки бетонной смеси в зависимости от высоты монтажного горизонта. В результате исследования обоснована конструкция, которая принята в качестве объекта – представителя, выполнена выборка нормативных значений затрат машинного времени в зависимости от высоты (количества этажей) здания, получена зависимость расчетной величины затрат машинного времени от высоты этажа (отметки горизонта выполнения работ), оценена достоверность расчетных значений.

Ключевые слова: монолитное строительство, бетонные работы, трудоемкость работ, продолжительность работ, монтажный горизонт, башенный кран.

Введение

В рамках проекта организации строительства многоэтажного дома гражданского назначения, довольно просто определить продолжительность производства работ при помощи сборников ГЭСН [1,2]. Для этого необходимо и достаточно объем работ умножить на нормативное значение затрат времени основных строительных машин. Однако, при разработке рабочей документации (технологических карт и проектов производства работ) весьма часто возникает необходимость рассчитать величину продолжительности возведения части здания [3,4]. Например, применительно к многоэтажному гражданскому зданию такая часть может представлять собой этаж. Совершенно очевидно, что продолжительность возведения каждого этажа будет отличаться друг от друга и особенно, если в качестве ведущей строительной машины применяется башенный кран [5,6]. В качестве главной причины разной продолжительности следует выделить продолжительность подъема груза, которая, очевидно, зависит от высоты.

Цель работы: получить зависимость для вычисления продолжительности возведения каждого этажа многоэтажного гражданского здания.

Для достижения цели, в рамках настоящего исследования, решены следующие научные задачи:

- обоснована конструкция, которая принята в качестве объекта – представителя;
- выполнена выборка нормативных значений затрат машинного времени в зависимости от высоты (количества этажей) здания;
- получена зависимость расчетной величины затрат машинного времени от высоты этажа (отметки горизонта выполнения работ);
- оценена достоверность расчетных значений.

Методы исследования

Для выполнения исследования применялись нормативные величины, приведенные в сборнике ГЭСН 81-02-06-2022 «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные», глава 23 «Возведение монолитных конструкций надземной части зданий с применением индустриальной опалубки». В качестве технологического процесса, для которого выполнялись исследования, выбран процесс бетонирования. Выбор этого процесса объясняется следующими соображениями:

- во-первых, по сравнению с арматурными работами, процесс бетонирования характеризуется меньшей долей затрат труда [7];
 - во-вторых, при бетонировании невозможно создать запас материалов, конструкций и полуфабрикатов на горизонте выполнения работ (в отличие от арматурных и опалубочных работ);
 - в-третьих, при производстве опалубочных работ наблюдается сходство с монтажными работами в части временного крепления и выверки
-

монтируемых элементов, указанные технологические операции при бетонировании конструкций отсутствуют.

Выбор в качестве объекта представителя конструкции перекрытия продиктован следующими соображениями:

- во-первых, конструкции монолитных перекрытий наиболее часто встречаются в многоэтажных зданиях, в том числе, с несущими конструкциями из сборного железобетона (колонны и стены);

- во-вторых, производство работ выполняется на всей площади каждого этажа многоэтажного здания, в отличие от бетонирования стен и колонн в местах, строго установленных проектом;

- в-третьих, процесс бетонирования перекрытий многоэтажных зданий, как правило, лежит на критическом пути графика производства работ [8].

Массив исходных нормативных значений затрат времени получен для процесса бетонирования перекрытий из таблиц главы 23 ГЭСН 06 первоначально оценивался стандартными методами, установленными ГОСТ 5725 (коэффициент Граббса и Кохрена) [9]. Статистический анализ выполнялся для 2-х массивов нормативных значений. Первый массив представлял собой различные высоты многоэтажных зданий, которые выражены в метрах. Второй – нормативные значения затрат машинного времени в зависимости от высоты здания. Согласованность 2-х массивов значений проверялась по критерию Парето. Определение постоянных коэффициентов зависимости затрат машинного времени от высоты здания, выполнялось при помощи метода наименьших квадратов. Для оценки достоверности статистической зависимости применялся критерий Фишера и Стьюдента.

Результаты исследования

Исследование выполнено для исходных данных, которые представлены в таблице №1.

Таблица № 1

Исходные данные для определения зависимости затрат машинного времени от высоты здания при бетонировании перекрытий

Показатель	Наименование	Высота здания, м				
		до 30	от 30 до 40	от 40 до 57	от 57 до 75	от 57 до 105
Обоснование		06-23-004-11	06-23-009-11	06-23-014-11	06-23-019-11	06-23-024-11
Затраты времени, маш. час.	Кран башенный	39,26	41,9	45,86	49,82	56,41
	Грузоподъемность, т.	8	8	10	10	10
	Код ресурса	91.05.01-017	91.05.01-017	91.05.01-028	91.05.01-028	91.05.01-028
Единицы измерений	Объем конструкции, м ³	100	100	100	100	100

Проверка исходных значений по ГОСТ 5725 (по критерию Граббса и Кохрена) позволяет утверждать о корректности использования значений, приведенных в табл. 1 для статистического анализа. Зависимость затрат машинного времени от высоты монтажного горизонта, на котором выполняются работы получена методом наименьших квадратов:

$$T_M = 32,71 + 0,227h, \quad (1)$$

где T_M – затраты машинного времени, необходимые для выполнения единичного объема работ ($V_1 = 100 \text{ м}^3$), измеряется в машино-часах;

- h – вертикальная отметка монтажного горизонта, на котором выполняется бетонирование (высота этажей), измеряется в метрах.

Графическое изображение зависимости 1 показано на рис. 1.

Проверка зависимости 1 по критериям статистической достоверности (по критерию Фишера и Стьюдента, $R^2 = 0,9992$) дает основания для утверждения о том, что уравнение 1 корректно применять для вычислений.

Выводы

Полученная зависимость затрат машинного времени от высоты, на которой выполняется бетонирование, позволяет сделать следующие выводы:

1. Практическое применение зависимости (уравнение 1) на этапе разработки рабочей документации обеспечивает достоверное вычисление продолжительности, в том числе возведения каждого этажа, в зависимости от его высоты над поверхностью земли [10].

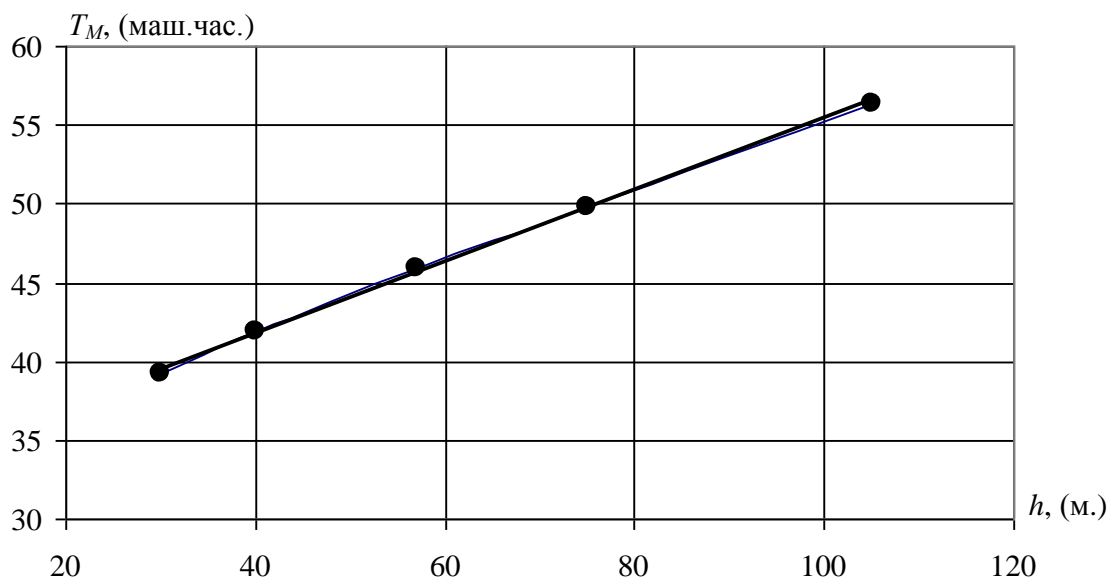


Рис. 1. – Зависимость затрат машинного времени от высоты горизонта, на которой выполняется бетонирование перекрытия

2. Вычисление продолжительности возведения каждого этажа здания (в зависимости от высоты над поверхностью земли) может использоваться при планировании ресурсного обеспечения строительства, что окажет существенное влияние на экономическую эффективность производства строительно-монтажных работ [11].

3. Вычисление продолжительности возведения каждого этажа с высоким уровнем достоверности обеспечит рост эффективности управления процессами возведения объектов капитального строительства.

Литература

1. Османов С.Г., Манойленко А.Ю., Литовка В.В. Выбор вариантов механизации бетонных работ в монолитно-каркасном строительстве //



Инженерный вестник Дона. 2019. №1. URL:
ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_56_osmanov_N.pdf_be72930213.pdf

2. Михайлова Е.В. Определение продолжительности возведения зданий и сооружений в условиях неопределенности // Строительное производство. 2020. № 1. С. 12-16.

3. Головченко И.В. Выбор рациональных схем механизации при возведении каркаса 30-ти этажного монолитного жилого дома // Строительство и техногенная безопасность. 2021. №21 (73). С. 59-67.

4. Король Е.А., Каган П.Б. Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 170-175.

5. Исмаилов Ф.М., Кужин М.Ф. Особенности технологии и организации бетонных работ при скоростном строительстве // Системные технологии. 2020. №2 (35). С.13-18.

6. Назарова К.А., Лapidус А.А. Особенности формирования факторов технических рисков, возникающих при строительстве многоэтажных зданий // Вестник евразийской науки. 2021. №3. URL: esj.today/PDF/11SAVN321.pdf

7. Munshi F.M., Vahora F. Comparative study of conventional structural system with monolithic structural system // International Journal For Technological Research In Engineering. 2017. №4. Pp. 1436 – 1439.

8. Фиговский О.Л., Футорянский А. М. Возведение многоэтажных зданий с монолитными железобетонными перекрытиями с помощью сборных крупноразмерных пространственных конструкций // Инженерный вестник Дона. 2014. № 4 (часть 2). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2740

9. Kabanov V. Information model of the construction process in space and time // E3S Web of Conferences. Сер. "Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region", UESF 2021" 2021. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202125809008



10. Kabanov V.N. Assessment of organizational and technological reliability of the construction process // Materials Science Forum. 2018. Т. 931. pp. 1249-1254.

11. Михайлова Е.В. Регулирование интенсивности освоения капитальных вложений в строительстве // Инженерный вестник Дона. 2019. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5506

References

1. Osmanov S.G., Manojlenko A.Ju., Litovka V.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. №1. URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_56_osmanov_N.pdf_be72930213.pdf

2. Mihajlova E.V. Stroitel'noe proizvodstvo. 2020. № 1. pp. 12-16.

3. Golovchenko I.V. Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'. 2021. №21 (73). pp. 59-67.

4. Korol' E.A., Kagan P.B. Vestnik MGSU. 2012. № 4. pp. 170-175.

5. Ismailov F.M., Kuzhin M.F. Sistemnye tehnologii. 2020. №2 (35). pp. 13-18.

6. Nazarova K.A., Lapidus A.A. Vestnik evrazijskoj nauki. 2021. №3. URL: esj.today/PDF/11SAVN321.pdf

7. Munshi F.M., Vahora F. International Journal For Technological Research In Engineering. 2017. №4. Pp. 1436 – 1439.

8. Figovskij O.L., Futorjanskij A. M. Inzhenernyj vestnik Dona. 2014. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2014/2740

9. Kabanov V. E3S Web of Conferences. Сер. "Ural Environmental Science Forum "Sustainable Development of Industrial Region", UESF 2021". 2021. URL: doi.org/10.1051/e3sconf/202125809008

10. Kabanov V.N. Materials Science Forum. 2018. Т. 931. pp. 1249-1254.

11. Mihajlova E.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2019. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5506.