

УДК 693.56

**ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ ПОДАЧИ БЕТОННОЙ СМЕСИ ПРИ
ВОЗВЕДЕНИИ КАРКАСА 16-ТИ ЭТАЖНОГО ЖИЛОГО ДОМА В
ГОРОДЕ СИМФЕРОПОЛЕ**

И. В. Головченко

**THE CHOICE OF RATIONAL SCHEMES FOR THE SUPPLY OF CONCRETE MIX FOR
THE CONSTRUCTION OF THE FRAME OF A 16-STOREY RESIDENTIAL BUILDING
IN SIMFEROPOL**

I.V. Golovchenko

Аннотация. В статье проанализированы основные способы подачи бетонной смеси при возведении конструкций монолитных железобетонных зданий. Подобраны варианты схем механизации подачи бетонной смеси при возведении 16-ти этажного жилого дома в г. Симферополь. Выполнено сравнение подобранных схем механизации по трудоемкости и продолжительности производства работ.

Ключевые слова: средства механизации; способы подачи бетонной смеси; башенный кран; стационарный бетононасос; автобетононасос; трудоемкость работ; продолжительность работ.

Abstract. The article analyzes the main methods of delivery of concrete in the construction of reinforced concrete structures monolithic high-rise buildings. Selected embodiments mechanization circuits feeding the concrete mix in the construction of 16-storey residential building in Simferopol. A comparison is made between the selected mechanization schemes for labor intensity and the duration of the work.

Keywords: mechanization; means feeding a concrete mixture; tower crane; stationary concrete pump; autoconcrete pump; labor intensity of work; duration of work.

Введение

В настоящее время имеется несколько способов подачи бетонной смеси при возведении монолитных конструкций многоэтажных зданий: по схеме «кран-бадья»; бетононасосом со стационарным бетоноводом; автобетононасосом. Значительная конкуренция в современном строительстве приводит к поиску новых решений, позволяющих возводить здания быстрее, дешевле и с большей прочностью. Ярким примером современного строительства высотных зданий с применением монолитного железобетона является комплекс зданий «Москва-Сити» [1]. Чтобы подать бетонную смесь на значительную высоту были применены бетононасосы SANY. Также на примере возведения 86-ти этажного здания «Лахта-центр» в Санкт-Петербурге было показано, что для подачи бетонной смеси на различные этажи высотного здания могут быть применены следующие механизмы: башенные краны, автобетононасосы, бетононасосы со стационарным бетоноводом. Выбор средств механизации и способы подачи бетонной смеси к месту укладки зависят от высоты и площади здания, свойств бетонной смеси и принятой технологии возведения объекта [2-5].

Цель работы – повышение эффективности производства железобетонных работ по возведению каркаса 16-ти этажного монолитного жилого дома за счет обоснованного выбора схемы подачи бетонной смеси.

Задача работы – определение технически и экономически обоснованного варианта подачи бетонной смеси в конструкции здания.

Результаты работы

В качестве объекта исследования было выбрано 16-ти этажное монолитное железобетонное здание, расположенное в г. Симферополь. Размеры здания в плане составляют 50x24м. Отметка верха перекрытия над техническим этажом составляет 60,87м, отметка уровня земной поверхности минус 0,9м. Возводимое здание имеет следующие конструктивные решения: несущие вертикальные конструкции – колонны и диафрагмы из монолитного железобетона. Сечение колонн – 400x400мм, толщина диафрагмы – 400мм. Перекрытия – монолитные, толщиной 200мм.

Для подачи бетонной смеси в конструкции здания были рассмотрены три варианта средств механизации:

I вариант – башенный приставной поворотный кран Potain MD 310B. Характеристики крана – высота подъема крюка – 70м; вылет стрелы – 70м; грузоподъемность при максимальном требуемом вылете стрелы 45м – 6,0т [6].

II вариант – стационарный бетононасос CIFA PC 607/411 серия 7. Характеристики бетононасоса – производительность 65м³/час; высота подачи – 120м; дальность подачи по горизонтали – 500м [7].

III вариант – автобетононасос Putzmeister M63-5. Характеристики автобетононасоса – количество секций стрелы – 6; высота подачи – 62,1м; глубина подачи – 46,3м; производительность – 160 м³/час [8].

Для сравнения различных схем транспортирования бетонной смеси были определены затраты труда на 1м³ бетонных конструкций перекрытия. Объем перекрытия каждого этажа составляет 242м³.

Подача бетонной смеси башенным краном Potain MD 310B

Для определения затрат труда на подачу бетонной смеси башенным краном необходимо определить норму времени для машиниста и такелажников. Согласно [9] норма времени изменяется с увеличением высоты на каждые последующие 6 метров. Определенные по [9] нормы времени приведены в таблице.

Таблица – Норма времени для машиниста и такелажников

Этаж	Норма времени	
	маш.-ч.	чел.-ч.
1-3	0,06	0,12
4-5	0,072	0,144
6-7	0,084	0,168
8-9	0,096	0,192
10-11	0,108	0,216
12-13	0,12	0,24
14-15	0,132	0,264
16	0,144	0,288

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки на каждом этаже определяется по формуле:

$$Tr. = V_{бет.} \cdot H_{вр.}, чел. - час \quad (1)$$

где $V_{бет.}$ – объем подаваемой смеси, м³; $H_{вр.}$ – норма времени на подачу бетонной смеси, чел.-час.

Продолжительность подачи бетонной смеси на каждый этаж определялась по формуле:

$$П = \frac{Tr.(чел. - час)}{t_{см.} \cdot n_{см.} \cdot n_{зв.}}, \text{дней}, \quad (2)$$

где $t_{mp.}$ – продолжительность рабочей смены (8 часов); $n_{см.}$ – принятая сменность работ (1 смена); $n_{зв.}$ – состав звена такелажников (2 человека).

Продолжительность подачи бетонной смеси на все 16 этажей здания составила 47 дней.

Подача бетонной смеси стационарным бетононасосом CIFA PC 607/411 серия 7

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки на каждом этаже определялась по формуле (1), норма времени определялась по [10]. Для подсчета суммарной трудоемкости подачи бетонной смеси отдельно определялась трудоемкость работ по сборке и перестановке вертикальных участков бетоновода, горизонтальных участков бетоновода и трудоемкость подачи бетонной смеси по бетоноводу.

Продолжительность подачи бетонной смеси на каждый этаж определялась по формуле (2), состав звена рабочих определялся по [10]. Продолжительность подачи бетонной смеси на все 16 этажей здания составила 79 дней.

Подача бетонной смеси автобетононасосом Putzmeister M63-5

При расчете общей трудоемкости подачи бетонной смеси помимо самой подачи также учитывалось время на перестановку (переезд) автобетононасоса, раскладку распределительной стрелы и время на пуск технологической смеси либо промывку бетоновода. Перестановка бетононасоса с одной стоянки на другую составило 15 минут, раскладывание (складывание) распределительной стрелы – 10 минут, пуск технологической смеси / промывка – 5 минут). Итого общее время на одну перестановку автобетононасоса – 30 минут. Количество перестановок при бетонировании типового этажа здания – 6. Норма времени на подачу бетонной смеси и состав звена рабочих определялись по [10], трудоемкость подачи бетонной смеси определялась по формуле (1).

Продолжительность подачи бетонной смеси на 16 этажей здания определялась по формуле (2) и с учетом времени на перестановку автобетононасоса составила 31 день.

График зависимости трудоемкости от высоты подачи бетонной смеси приведен на рисунке.

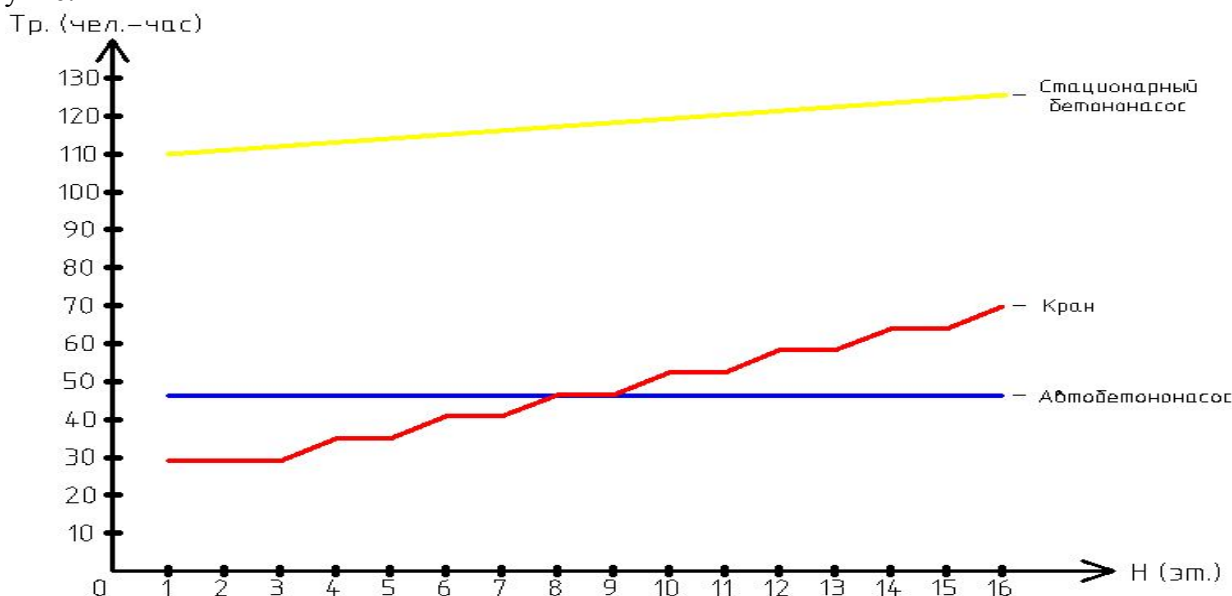


Рисунок – График зависимости трудоемкости от высоты подачи бетонной смеси

Таким образом, продолжительность подачи бетонной смеси башенным краном Potain MD 310B составила 47 дней, стационарным бетононасосом CIFA PC 607/411 серия 7 составила 79 дней, автобетононасосом Putzmeister M63-5 составило 31 день.

Заключение

По результатам подсчета трудоемкости и продолжительности подачи бетонной смеси для каждого варианта можно сделать вывод, что применение стационарного бетононасоса для подачи бетонной смеси для 16-ти этажного здания нецелесообразно. Наиболее рациональными средствами механизации подачи бетонной смеси является башенный кран Potain MD 310B и автобетононасос Putzmeister M63-5, причем использование башенного крана целесообразно до 8-го этажа, автобетононасоса – с 9-го этажа.

В тоже время, следует отметить, что технические параметры существующих автобетононасосов не позволяют подавать бетонную смесь на большую высоту, а так как в г. Симферополь возводятся максимально 16-ти этажные здания, применение для подачи бетонной смеси автобетононасоса является оптимальным по продолжительности. Кроме того, анализируя данные графика зависимости трудоемкости от высоты подачи бетонной смеси можно сделать вывод, что более целесообразным будет способ комбинированной подачи бетонной смеси, когда до уровня 8-го этажа бетонная смесь подается башенным краном Potain MD 310B в поворотных бункерах, а выше до 16-го этажа – автобетононасосом Putzmeister M63-5. В этом случае удорожание стоимости работ, связанное с применением автобетононасоса будет компенсироваться экономическим эффектом от сокращения сроков строительства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синенко С.А., Эриширгил Э., Грабовый П.Г. и др. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва – Сити») // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 165-168.
2. Колчеданцев Л.М., Волков С.В. Организационно-технологические решения по транспортированию бетонной смеси к месту бетонирования конструкций высотных зданий // Жилищное строительство. 2015. № 11. С. 21-26.
3. Великанов Н.Л., Наумов В.А., Примак Л.В. Основные этапы выбора стационарного бетононасоса // Механизация строительства. 2016. № 9. С.44-49
4. Вильман Ю.А. Технология строительных процессов и возведения зданий. Современные прогрессивные методы // М.: Издательство АСВ. 2008. 336с.
5. Король Е.А., Каган П.Б. Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий // Вестник МГСУ. 2012. № 4. С. 170-175.
6. Manitowoc Crane Care. Topkit MD 310 B. Каталог. [Электронный ресурс] // Описание крана Potain MD 310 B. Каталог с описанием. 2015. 4с. Режим доступа: <http://www.manitowoccranes.com/ru-RU/cranes/potain/top-slewing/md> (дата обращения 11.01.2015).
7. CIFA S.p.A. Portable Pumps PC 607. Каталог. [Электронный ресурс] // Описание характеристик стационарного бетононасоса CIFA PC 607/411 серия 7. Каталог. 2015. 2с. Режим доступа: <http://www.cifa.com/portable-pumps/-/13/102> (дата обращения 15.02.2015).
8. ООО «Путцмайстер-Рус» Автобетононасосы. Каталог. [Электронный ресурс] // Каталог автобетононасосов с описанием. 2015. 28 с. Режим доступа: <http://www.putzmeister.ru> (дата обращения 16.01.2015).
9. ЕНиР. Сборник Е1. Внутривозвездочные транспортные работы // Госстрой СССР. М.: Прейскурантиздат. 1987. 40с.

10. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения // Госстрой СССР. М.: Прейскурантиздат. 1987. 65с.

REFERENCES

1. Sinenko S.A., Erishirgil E., Graboviy Y.A. *Opyt primeneniya novykh tehnologiy pri vozvedenii sovremennykh zdaniy i sooruzheniy (na primere kompleksa Moskva-Siti)* [Experience in applying new technologies in the construction of modern buildings and structures (using the example of the Moscow-City MIBC complex)]. *Vestnik MGSU*, 2012. No. 4. pp. 165-168.
2. Kolchedantsev L.M., Volkov S.V. *Organizatsionno-tehnologicheskie resheniya po transportirovaniyu betonnoy smesi k mestu betonirovaniya konstrukciy vysotnykh zdaniy* [Organizational and technological solutions for transportation of concrete mix to the place of concreting of high-rise buildings]. *Zhilishchnoe stroitelstvo*, 2015. No. 11. pp. 21-26.
3. Velikanov N.L., Naumov V.A., Primak L.V. *Osnovnye etapy vybora stacionarnogo betononasosa* [The main stages of a stationary concrete pump]. *Mehanizatsiya stroitelstva*, 2016. No. 9. pp. 44-49.
4. Vil'man Y.A. *Tehnologiya stroitel'nykh processov i vozvedeniya zdaniy. Sovremennyye progressivnyye metody* [Technology of building processes and erection of buildings. Modern progressive methods]. Moscow: ACB Publ, 2008. 336p.
5. Korol' E.A., Kagan P.B. *Osobennosti tehnologii i mekhanizatsii vozvedeniya mnogoetazhnykh zdaniy* [Features of technology and mechanization of the erection of multi-storey buildings]. *Vestnik MGSU*, 2012. No. 4. pp. 170-175.
6. *ООО «Putzmayster-Rus» Avtobetononasosy. Katalog. Katalog avtobetononasosov s opisaniem* [«Putzmayster-Rus» Ltd. Catalog of autoconcrete pumps with description]. 2015. 28p. Available at: <http://www.putzmeister.ru> (date accessed 16.01.2015).
7. *Manitowoc Crane Care. Topkit MD 310 B. Katalog. Opisanie krana Potain MD 310 B* [Manitowoc Crane Care. Topkit MD 310 B. Catalog. Description of Potain MD 310 B tower crane]. 2015. 4p. Available at: <http://www.manitowoccranes.com/ru-RU/cranes/potain/top-slewing/md> (date accessed 11.01.2015)
8. *CIFA S.p.A. Portable Pumps PC 607. Katalog. Opisanie kharakteristik statsionarnogo betononasosa CIFA PC 607* [CIFA S.p.A. Portable Pumps PC 607. Catalog. Description of CIFA PC 607/411 series 7 sationery concrete pump]. 2015. 2p. Available at: <http://www.cifa.com/portable-pumps/-/13/102> (date accessed 15.02.2015).
9. ЕНиР. *Sbornik E1. Vnutripostroyechnyye transportnyye raboty*. [Intra-Arrangement Transport Work]. Moscow: Preiskurantizdat Publ, 1987. 40 p.
10. ЕНиР. *Sbornik E4. Montazh sbornykh i ustroystvo monolitnykh zhelezobetonnykh konstrukciy. Vypusk 1. Zdaniya i promyshlennyye sooruzheniya* [Installation of prefabricated and monolithic reinforced concrete structures. Issue 1. Buildings and industrial structures] Moscow: Preiskurantizdat Publ, 1987. 65p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Головченко Игорь Владимирович

Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Академия строительства и архитектуры, г. Симферополь, Россия, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии, организации и управления строительством.



Golovchenko Igor Vladymirovych

Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, the Academy of Civil Engineering and Architecture. Ph.D., Assistant professor of «Technology, Organization and Management of Construction» Chair.

E-mail: Golovchenko.igor.v@gmail.com

Корреспондентский почтовый адрес и телефон для контактов с авторами статьи:

295010, г. Симферополь, республика Крым, Россия, ул. Ковыльная, д. 72, кв. 71,

Головченко И.В.

+7 (978) 743-68-14