

Раздел 2. Строительство

УДК 693.56

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СХЕМ МЕХАНИЗАЦИИ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ КАРКАСА 30-ТИ ЭТАЖНОГО МОНОЛИТНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Головченко И.В.

Академия строительства и архитектуры, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»
295493, Республика Крым, г. Симферополь, улица Киевская, 181
e-mail: golovchenko.igor.v@gmail.com

Аннотация. В статье проанализированы основные способы подачи бетонной смеси при возведении каркасов многоэтажных монолитных железобетонных зданий. Подобраны варианты схем подачи бетонной смеси механизации при возведении каркаса 30-ти этажного жилого дома в г. Симферополь. Выполнено сравнение подобранных схем механизации подачи бетонной смеси по трудоемкости и продолжительности производства работ.

Предмет исследования: технико-экономические показатели различных способов подачи бетонной смеси при возведении каркаса 30-ти этажного монолитного жилого дома.

Материалы и методы: проанализированы литературные источники и результаты предварительных экспериментальных исследований, выполнено технико-экономическое сравнение различных способов подачи бетонных смесей.

Результаты: исходя из результатов проведенных расчетов, установлено, что с увеличением этажности здания, подача бетонной смеси башенным краном становится наименее эффективной. При высоте зданий более 16 этажей целесообразно применение стационарного бетононасоса или комбинации стационарного и автобетононасоса.

Выводы: наиболее эффективным с точки зрения трудоемкости и продолжительности производства работ является комбинированный способ подачи бетонной смеси с применением автомобильного и стационарного бетононасосов.

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

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наиболее распространенными способами подачи бетонной смеси при возведении каркасов монолитных железобетонных зданий являются: схема «кран-бадья»; бетононасосы со стационарными бетоноводами, автобетононасосы. Проведенные исследования показали, что ни один из перечисленных способов подачи бетонной смеси не является абсолютно выгодным на всех стадиях возведения каркаса монолитных железобетонных высотных зданий. Возрастающее количество этажей, высокая стоимость аренды и эксплуатации машин и механизмов приводит к необходимости максимального сокращения времени возведения одного этажа. Опыт возведения комплекса зданий «Москва-Сити» [1] и 86-ти этажного здания «Лахта-центр» в г. Санкт-Петербурге показал, что наиболее рациональным является применение комбинации перечисленных способов подачи бетонной смеси на различные отметки по высоте возводимого здания [2].

Цель исследования – снижение сроков строительства путем сокращения сроков производства железобетонных работ по возведению каркаса 30-ти этажного жилого здания за счет обоснованного выбора схемы механизации подъемно-транспортных операций.

Задача исследования – систематизация факторов, оказывающих влияние на технико-экономические показатели производства работ на

примере возведения каркаса 30-ти этажного здания при возможных вариантах механизации работ и выбор наиболее рационального варианта.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Возведение монолитных многоэтажных зданий складывается из выполнения известных технологических процессов по устройству конструкций здания: фундаментов, колонн, перекрытий, стен и т.д. Однако фактор большой высоты, на которой производятся работы, предопределяет ряд отличий в технологии и организации производства работ, выражающихся в появлении новых или в ином пропорциональном акцентировании средств механизации, видов работ, технологической документации [4]. Если рассматривать варианты с позиции применяемых средств механизации, значительные отличия высотного строительства видны в средствах транспортировки бетонной смеси [5].

Применения башенных кранов при строительстве многоэтажных зданий на данный момент времени ограничено высотой подъема грузов до 80м, а приставных кранов – до 140 м. Однако при подаче этими кранами бетонной смеси в бункерах на такую высоту время цикла подачи увеличивается на столько, что их применение становится нецелесообразным. Интенсивное производство бетонных работ при возведении современных высотных зданий практически невозможно, но без применения мощных и

функциональных бетононасосных установок – на пневмоколесном ходу (автобетононасосов) и стационарных бетононасосов. Однако время на смену стоянки автобетононасоса или перестановку звеньев бетоновода стационарного бетононасоса достаточно велико, что приводит к тому, что на небольших высотах (1-5 этажах) подача бетонной смеси башенным краном является наиболее оптимальной из-за небольшого времени цикла. Все это доказывает целесообразность применения различных организационно-технологических решений при производстве работ на различных отметках по высоте возводимого здания.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследования – 30-ти этажное жилое здание из монолитного железобетона, расположенное в г. Симферополь. Размер возводимого здания в плане составляет 50х24м. Отметка верха перекрытия над техническим этажом составляет 95,7м, отметка уровня земной поверхности минус 0,9м, высота этажа – 3м. Возводимое здание имеет следующие конструктивные решения: несущие вертикальные конструкции – колонны и диафрагмы выполнены из монолитного железобетона. Сечение колонн 400х400мм, сечение диафрагм 400х2500мм. Перекрытия – монолитные железобетонные, толщиной 200мм.

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

I вариант – башенный приставной поворотный кран MITSUBER MCT60FR. Характеристика крана: высота подъема крюка – 110м; вылет стрелы – 45м; грузоподъемность при максимальном вылете стрелы – 1,5т [6].

II вариант – строительный бетононасос Schwind Stetter SP1800. Характеристики бетононасоса –

производительность – 65м³/час; высота подачи – 120м; диаметр бетоновода – 125мм [7].

III вариант – подача бетонной смеси автобетононасосом до 16 этажа с последующей подачей по стационарному бетоноводу. Пример автобетононасос Schwind Stetter S61SX [8]. Характеристики автобетононасоса – производительность – 164м³/час; высота подачи по стреле – 1м; количество секций стрелы 6; диаметр бетоновода – 112мм.

Сравнение различных схем транспортирования бетонной смеси осуществляется по трудоемкости и продолжительности подачи бетонной смеси в конструкции каркаса здания.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ АНАЛИЗ

Подача бетонной смеси краном

Башенный поворотный кран MITSUBER MCT60FR

Краткие технические характеристики:

- высота подъема крюка – 110м;
- вылет стрелы – 4 м;
- грузоподъемность при максимальном вылете – 1,5 т.

Подача бетонной смеси к месту укладки

Согласно [9], работы по подаче материалов башенными кранами, грузоподъемностью до 10 тонн, включают в себя: захват (зацепка) груза, его подъем, поворот стрелы крана, изменение вылета стрелы с грузом (в данном случае – бадьа с бетонной смесью), выгрузка бетонной смеси из бадьи, возврат порожней бадьи.

Состав звена при производстве работ:

- машинист: 5 разряд – 1 чел.
- такелажники: 2 разряд – 2 чел.

При высоте подъема до 12 метров норма времени для машиниста составляет 0,06 маш.-ч.; для такелажников – 0,12 чел.-ч. С увеличением высоты на каждые последующие 6 метров к норме времени для машиниста добавляется 0,012 маш.-ч.; для такелажников – 0,024 чел.-ч.

Таблица 1. Нормы времени на подачу бетонной смеси краном
Table 1. Standards of time for the supply of concrete mix by crane

Этаж	Норма времени	
	маш.-ч.	чел.-ч.
1	2	3
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

Продолжение таблицы 1
Continued Table 1

16-17	0,144	0,288
18-19	0,156	0,312
20-21	0,168	0,336
22-23	0,18	0,36
24-25	0,192	0,384
26-27	0,204	0,408
28-29	0,216	0,432
30	0,228	0,456

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки

$T_p = V_{бет.} \cdot Нвр., \text{ чел.-ч.},$

где: $V_{бет.}$ – объем бетона для подачи;

$Нвр.$ – норма времени.

$V_{бет.} = 242 \text{ м}^3$

Таблица 2. Расчет трудоемкости подачи бетонной смеси краном
Table 2. Calculation of the labor intensity of supplying concrete mixture by crane

Этаж	Расчет	Трудоемкость, чел.-ч.	Этаж	Расчет	Трудоемкость, чел.-ч.
1	242 * 0,12	29,04	16	242 * 0,288	69,7
2	242 * 0,12	29,04	17	242 * 0,288	69,7
3	242 * 0,12	29,04	18	242 * 0,312	75,5
4	242 * 0,144	34,85	19	242 * 0,312	75,5
5	242 * 0,144	34,85	20	242 * 0,336	81,31
6	242 * 0,168	40,66	21	242 * 0,336	81,31
7	242 * 0,168	40,66	22	242 * 0,360	87,12
8	242 * 0,192	46,46	23	242 * 0,360	87,12
9	242 * 0,192	46,46	24	242 * 0,384	92,93
10	242 * 0,216	52,27	25	242 * 0,384	92,93
11	242 * 0,216	52,27	26	242 * 0,408	98,74
12	242 * 0,240	58,08	27	242 * 0,408	98,74
13	242 * 0,240	58,08	28	242 * 0,432	104,54
14	242 * 0,264	63,89	29	242 * 0,432	104,54
15	242 * 0,264	63,89	30	242 * 0,456	110,35

Продолжительность подачи бетонной смеси к месту укладки

Состав звена:

Машинист: 5разряд – 1 чел.

Такелажник: 2разряд – 2 чел.

$$П = \frac{T_p(\text{чел.} - \text{ч.})}{t_{cn} \cdot n_{зв.}} = \frac{T_p(\text{чел.} - \text{ч.})}{8 \cdot 2}, \text{ дней}$$

Таблица 3. Расчет продолжительности подачи бетонной смеси краном
Table 3. Calculation of the duration of the delivery of the concrete mixture by the crane

Этаж	Расчет	Продолжительность, дн.	Этаж	Расчет	Продолжительность, дн.
1	(29,04/8)/2	1,8	16	(69,69/8)/2	4,36
2	(29,04/8)/2	1,8	17	(69,69/8)/2	4,36
3	(29,04/8)/2	1,8	18	(75,50/8)/2	4,72
4	(34,85/8)/2	2,16	19	(75,50/8)/2	4,72
5	(34,85/8)/2	2,16	20	(81,31/8)/2	5,08
6	(40,66/8)/2	2,52	21	(81,31/8)/2	5,08
7	(40,66/8)/2	2,52	22	(87,12/8)/2	5,45
8	(46,46/8)/2	2,88	23	(87,12/8)/2	5,45
9	(46,46/8)/2	2,88	24	(92,93/8)/2	5,81

10	(52,27/8)/2	3,24	25	(92,93/8)/2	5,81
11	(52,27/8)/2	3,24	26	(98,74/8)/2	6,17
12	(58,08/8)/2	3,6	27	(98,74/8)/2	6,17
13	(58,08/8)/2	3,6	28	(104,54/8)/2	6,53
14	(63,89/8)/2	3,96	29	(104,54/8)/2	6,53
15	(63,89/8)/2	3,96	30	(110,35/8)/2	6,9
					Итого: 126

Подача бетонной смеси стационарным бетононасосом

Стационарный бетононасос Schwing Stetter SP 1800

Краткие технические характеристики:

- объем подачи – 65 м³/час;
- давление подачи – 72 бар;
- подача по вертикали – 120м;
- диаметр бетоновода – 125мм.

Согласно [10] в состав работ по подаче бетонной смеси входят: монтаж бетоновода – подноска звеньев, установка опор и укладка на них бетоновода, закрывание и закрепление замков; подача бетонной смеси к месту укладки – регулировка и осмотр бетононасоса, подача смеси к месту распределения и укладки, отсоединение и перестановка звеньев бетоновода (при необходимости), наблюдение за бетоноводом и работой бетононасоса, ликвидация возникших пробок.

Подача бетонной смеси к месту укладки

Состав звена:

Машинист бетононасосной установки: 4
разряд – 1 чел.

Слесарь строительный: 4 разряд – 1 чел.

Бетонщик: 2 разряд – 2 чел.

Тр. = Vбет. * Нвр., чел.-ч.,

где: Vбет. – объем бетона для подачи;

Нвр. – норма времени.

Vбет. = 242 м³

Нвр. = 18 чел.-ч (на 100 м³)

Тр. = 2,42 * 18 = 43,2 чел.-ч.

Монтаж бетоноводов

Состав звена:

Машинист бетононасосной установки,
4 разряд – 1 чел.

Слесарь строительный, 4 разряд – 1 чел.

Слесарь строительный, 2 разряд – 2 чел.

С учетом длины распределительной стрелы в 3 м и радиуса ее действия были обозначены все точки (стоянки) на перекрытии. Количество стоянок – 32.

Вертикальные участки

Нвр. = 0,36 чел.-ч (на 1 м бетоновода)

Тр. = Нвр. * h = 0,36 * 3 = 1,08 чел.-ч (на 1 этаж)
(2.3)

Тр. = 1,08 * 30 = 32,24 чел.-ч (на 30 этажей)

Горизонтальные участки (монтаж и перестановка)

Нвр. = 0,21 чел.-ч (на 1 м бетоновода) – монтаж

Нвр. = 0,13 чел.-ч (на 1 м бетоновода) – разборка (перестановка)

Тр. = Нвр. * L, чел.-ч., (2.4)

где L – длина бетоновода до места укладки бетонной смеси

1 стоянка = 5 стоянка = 0,21 * 36 = 7,56 чел.-ч.

2 стоянка = 6 стоянка = 0,13 * 14 = 1,82 чел.-ч.

3 стоянка = 7 стоянка = 0,13 * 9,9 = 1,3 чел.-ч.

4 стоянка = 8 стоянка = 0,13 * 14 = 1,82 чел.-ч.

Тр.сб. и переест. гориз. участков = 25 чел.-ч (на 1 этаж)

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки с учетом монтажа и перестановки бетоноводов.

Общая трудоемкость подачи бетонной смеси включает в себя: трудоемкость сборки и перестановки горизонтальных участков бетоноводов, трудоемкость сборки вертикальных участков бетоноводов и трудоемкость подачи бетонной смеси.

Тр. = Тр.сб. и переест. гориз. участков + Тр. сб. верт. участков + Тр. подачи смеси, чел.-ч.

Таблица 4. Расчет трудоемкости подачи бетонной смеси стационарным бетононасосом

Table 4. Calculation of the labor intensity of concrete mixture supply by a stationary concrete pump

Этаж	Расчет	Трудоемкость, чел.-ч.	Этаж	Расчет	Трудоемкость, чел.-ч.
1	25,00+1,08+43,20	69,28	16	84,40+1,08	85,48
2	69,29+1,08	70,36	17	85,48+1,08	86,56
3	70,36+1,08	71,44	18	86,56+1,08	87,64
4	71,44+1,08	72,52	19	87,64+1,08	88,72
5	72,52+1,08	73,60	20	88,72+1,08	89,80
6	73,60+1,08	74,68	21	89,80+1,08	90,88
7	74,68+1,08	75,76	22	90,88+1,08	91,96

Продолжение таблицы 4

Continued Table 4

8	75,76+1,08	76,84	23	91,96+1,08	93,04
9	76,84+1,08	77,92	24	93,04+1,08	94,12
10	77,92+1,08	79,00	25	94,12+1,08	95,20
11	79,00+1,08	80,08	26	95,20+1,08	96,28
12	80,08+1,08	81,16	27	96,28+1,08	97,36
13	81,16+1,08	82,24	28	97,36+1,08	98,44
14	82,24+1,08	83,32	29	98,44+1,08	99,52
15	83,32+1,08	84,40	30	99,52+1,08	100,60

Продолжительность подачи бетонной смеси

Состав звена:

Машинист, 4 разряд – 1 чел.

Слесарь строительный, 4 разряд – 2 чел.

Бетонщик, 2 разряд – 1 чел.

$$П = \frac{T_p(\text{чел.} - \text{ч.})}{8 \cdot 3}, \text{ дней}$$

Таблица 5. Расчет продолжительности подачи бетонной смеси стационарным бетононасосом.

Table 5. Calculation of the duration of the delivery of concrete mixture by a stationary concrete pump.

Этаж	Расчет	Продолжительность, дн.	Этаж	Расчет	Продолжительность, дн.
1	(69,28/8)/3	2,9	16	(85,48/8)/3	3,6
2	(70,36/8)/3	2,9	17	(86,56/8)/3	3,6
3	(71,44/8)/3	3,0	18	(87,64/8)/3	3,7
4	(72,52/8)/3	3,0	19	(88,72/8)/3	3,7
5	(73,60/8)/3	3,1	20	(89,80/8)/3	3,7
6	(74,68/8)/3	3,1	21	(90,88/8)/3	3,8
7	(75,76/8)/3	3,2	22	(91,96/8)/3	3,8
8	(76,84/8)/3	3,2	23	(93,04/8)/3	3,9
9	(77,92/8)/3	3,2	24	(94,12/8)/3	3,9
10	(79,00/8)/3	3,3	25	(95,20/8)/3	4,0
11	(80,08/8)/3	3,3	26	(96,28/8)/3	4,0
12	(81,16/8)/3	3,4	27	(97,36/8)/3	4,1
13	(82,24/8)/3	3,4	28	(98,44/8)/3	4,1
14	(83,32/8)/3	3,5	29	(99,52/8)/3	4,1
15	(84,4/8)/3	3,5	30	(100,60/8)/3	4,2
					Итого: 106,2

Подача бетонной смеси автобетононасосом до 16 этажа с последующей подачей по стационарному бетоноводу

Автобетононасос Schwing Stetter S 61 SX

Краткие технические характеристики:

- объем подачи – 164 м³/час;
- давление подачи – 85 бар;
- высота подачи – 60,1м;
- диаметр бетоновода – 112мм.

Подача бетонной смеси к месту укладки

Vбет. = 242 м³

Нвр. = 18 чел.-ч (на 100 м³)

Тр. = Vбет. * Нвр., чел.-ч

Тр. = 2,42 * 18 = 43,2 чел.-ч.

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки с учетом перестановок и раскладки распределительной стрелы

При расчете общей трудоемкости подачи бетонной смеси помимо самой подачи также учитывается время на перестановку (переезд) автобетононасоса, раскладку распределительной стрелы и время на пуск технологической смеси либо промывку.

Переезд (перестановка) автобетононасоса – 15 мин.

После каждого переезда (перестановки) производятся следующие процессы: раскладывание/складывание распределительной стрелы – 10 мин.; пуск технологической смеси/промывка – 5 мин.

Итого общее время на один переезд (перестановку) – 30 мин.

Количество перестановок на устройство перекрытия одного этажа – 6

Тр. перест. = 30 мин. * 6 = 180 мин. = 3 часа – время необходимое на переезд и раскладку стрелы с учетом шести стоянок (на один этаж)

Тр. = Тр. подачи + Тр. перест. = 43,2 + 3 = 46,2 чел.-ч. (на один этаж)

Продолжительность подачи бетонной смеси

Состав звена:

Машинист: 4 разряд – 1 чел.

Слесарь строительный: 2 разряд – 2 чел.

4 разряд – 1 чел.

$$P_p = \frac{46,2}{8 \cdot 3} = 1,9, \text{ дн. (на 1 этаж)}$$

Итого (на 16 этажей): 31 день

Трудоемкость подачи бетонной смеси к месту укладки с учетом монтажа стационарного бетоновода и его перестановки.

Общая трудоемкость подачи бетонной смеси включает в себя: трудоемкость сборки и перестановки горизонтальных участков бетоноводов, трудоемкость сборки вертикальных участков бетоноводов и трудоемкость подачи бетонной смеси автобетононасосом.

Тр. = Тр.сб. и перест. гориз. участков + Тр. сб. верт. участков + Тр. подачи смеси автобет., чел.-ч

Таблица 6. Расчет трудоемкости подачи бетонной смеси комбинированным способом.

Table 6. Calculation of the labor intensity of concrete mixture supply in a combined way.

Этаж	Расчет	Трудоемкость, чел.-ч.
17	85,48+1,08	86,56
18	86,56+1,08	87,68
19	87,68+1,08	88,72
20	88,72+1,08	89,80
21	89,80+1,08	90,88
22	90,88+1,08	91,96
23	91,96+1,08	93,04
24	93,04+1,08	94,12
25	94,12+1,08	95,20
26	95,20+1,08	96,28
27	96,28+1,08	97,36
28	97,36+1,08	98,44
29	98,44+1,08	99,52
30	99,52+1,08	100,60

Продолжительность подачи бетонной смеси с 17 этажа

Состав звена:

Машинист: 4 разряд – 1 чел.

Слесарь строительный: 4 разряд – 2 чел.

Бетонщик: 2 разряд – 1 чел.

$$P = \frac{T_p (\text{чел.} - \text{ч.})}{8 \cdot 3},$$

Таблица 7. Расчет продолжительности подачи бетонной смеси комбинированным способом.

Table 7. Calculation of the duration of the concrete mix in a combined way.

Этаж	Расчет	Продолжительность, дн.
17	(86,56/8)/3	3,6
18	(87,64/8)/3	3,7
19	(88,72/8)/3	3,7
20	(89,80/8)/3	3,7
21	(90,88/8)/3	3,8
22	(91,96/8)/3	3,8
23	(93,04/8)/3	3,9
24	(94,12/8)/3	3,9
25	(95,20/8)/3	4,0
26	(96,28/8)/3	4,0
27	(97,36/8)/3	4,1
28	(98,44/8)/3	4,1
29	(99,52/8)/3	4,1
30	(100,60/8)/3	4,2

Продолжительность подачи бетонной смеси с 17 по 30 этаж – 54,6 дней.

Общая продолжительность подачи бетонной смеси автобетононасосом (до 16 этажа) и по стационарному бетоноводу (с 17 по 30 этаж) 54,6+31=85,6 дней.

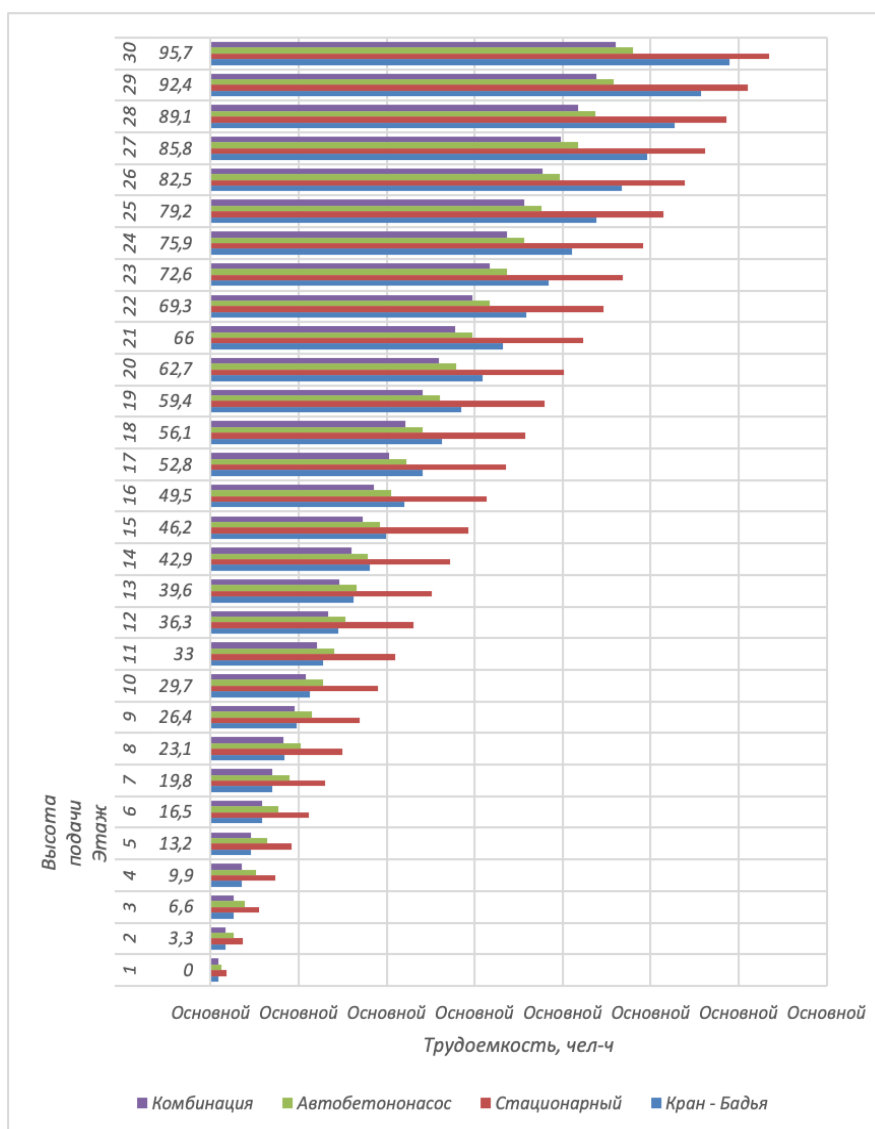


Рис. 1. Гистограмма зависимости трудоемкости от высоты подачи бетонной смеси

Fig. 1. Histogram of the dependence of labor intensity on the height of the concrete mixture

Таким образом, продолжительность подачи бетонной смеси башенным краном MITSUBER MCT60FR составила 126 дней, трудоемкость – 2950,4 чел.-ч.; стационарным бетононасосом Schwind Stetter SP1800 составила 106,2 дня; трудоемкость – 2459,0 чел.-ч.; автобетононасосом Schwind Stetter S61SX до 16 этажа с последующей подачей до 30 этажа по стационарному бетоноводу составила 85,6 дней трудоемкость 2299,2 чел.-ч.

ВЫВОДЫ

По результатам подсчета трудоемкости и продолжительности подачи бетонной смеси для каждого из предложенных вариантов можно сделать вывод, что наиболее рациональным является подача бетонной смеси автобетононасосом Schwind Stetter S61SX, который до 16-го этажа подает бетонную смесь при помощи собственной 6-ти звенной распределительной стрелы, а при подаче бетонной смеси на последующие, начиная с 17-го этажа монтируется стационарный бетоновод, к которому в период бетонирования конструкций подключается автобетононасос.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синенко, С.А. Опыт применения новых технологий при возведении современных зданий и сооружений (на примере комплекса ММДЦ «Москва – Сити») / С.А. Синенко, Э. Эриширгил, П.Г. Грабовый, Ю.А. Вильман, К.П. Грабовый // научно – технический журнал Вестник МГСУ. – 2012. – № 4. – С. 165-168.
2. Колчеданцев, Л.М. Организационно – технологические решения по транспортированию бетонной смеси к месту бетонирования конструкций высотных зданий / Л.М. Колчеданцев, С.В. Волков // научно-технический и производственный журнал 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 / А.Ю. Вильман. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 336 с.
5. Король, Е.А. Особенности технологии и механизации возведения многоэтажных зданий / Е.А. Король, П.Б. Каган // научно – технический журнал Вестник МГСУ. – 2012. – № 4. – С. 170-175.
6. Каталог башенных кранов Mitsuber. [электронный ресурс] // описание крана Mitsuber MTC 60 FR. Режим доступа: <http://www.gruzoviki.com/catalogue> (дата обращения 27.09.2020)
7. Строительные бетононасосы Stetter. [электронный ресурс] // описание стационарного бетононасоса Schwing Stetter SP 1800. Каталог. Режим доступа: <http://www.elticon.ru/>

[produkcija/stetter/stationare-coucrete-pumps/](http://www.elticon.ru/produkcija/stetter/stationare-coucrete-pumps/) / (дата обращения 26.09.2020)

8. Бетононасос Schwing. Автобетононасосы. Каталог. [электронный ресурс] // Каталог автобетононасосов с описанием. Режим доступа: <http://www.mechanization.ru/equipment/coucrete-pumps/brand/schwing/> (дата обращения 25.09.2020)
9. ЕНиР. Сборник Е1. Внутривозвращаемые транспортные работы/ Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 40 с.
10. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Выпуск 1. Здания и промышленные сооружения/ Госстрой СССР. – М.: Прейскурантиздат, 1987. – 65 с.
11. Руководство по укладке бетонных смесей бетононасосными установками/ Госстрой СССР. – М., Стройиздат, 1978. – 144 с.

REFERENCES

1. Sinenko, S.A. Experience in the use of new technologies in the construction of modern buildings and structures (on the example of the MIBC "Moscow - City" complex) / S.A. Sinenko, E. Erishirgil, P.G. Grabovoy, Yu.A. Vilman, K.P. Grabovoy // scientific and technical journal Vestnik MGSU. – 2012. – No. 4. – S. 165-168.
2. Kolchedantsev, L.M. Organizational and technological solutions for the transportation of concrete mixture to the place of concreting structures of high-rise buildings / L.M. Kolchedantsev, S.V. Volkov // scientific-technical and production journal Zhilishchnoe stroitel'stvo. – 2015. – No. 11. – P. 21-26.
3. Velikanov, N.L., Naumov V.A., Primak L.V. The main stages of choosing a stationary concrete pump // Mechanization in construction. – 2016. – No. 9. – P.44-49.
4. Vilman, Yu.A. Technology of construction processes and construction of buildings. Modern progressive methods / A.Yu. Vilman. – M.: Publishing house ASV, 2008. – 336 p.
5. The King, E.A. Features of technology and mechanization of construction of multi-storey buildings / E. A. Korol, P. B. Kagan // scientific and technical journal Vestnik MGSU. – 2012. – No. 4. – P. 170-175.
6. Catalog of tower cranes Mitsuber. [electronic resource] // description of the Mitsuber MTC 60 FR crane. Access mode: <http://www.gruzoviki.com/catalogue> (access date 09/27/2020)
7. Construction concrete pumps Stetter. [electronic resource] // description of the stationary concrete pump Schwing Stetter SP 1800. Catalog. Access mode: <http://www.elticon.ru/produkcija/stetter/stationare-coucrete-pumps/> (date of access 09/26/2020)
8. Schwing concrete pump. Concrete pumps. Catalog. [electronic resource] // Catalog of concrete pumps with a description. Access mode: <http://www.mechanization.ru/equipment/coucrete-pumps/brand/schwing/> (date of access 09/25/2020)

9. ENiR. Collection E1. Intrabuilding transport works / Gosstroy of the USSR. – M.: Price list, 1987. – 40 p.

10. ENiR. Collection E4. Installation of prefabricated and installation of monolithic reinforced concrete structures. Issue 1. Buildings and industrial

structures / Gosstroy of the USSR. – M.: Price list, 1987. – 65 p.

11. Guidelines for laying concrete mixtures with concrete pumping units / Gosstroy USSR. – M.: Stroyizdat, 1978. – 144 p.

CHOICE OF RATIONAL MECHANIZATION SCHEMES FOR ESTABLISHING THE FRAME OF A 30-STOREY MONOLITHIC RESIDENTIAL BUILDING

Golovchenko I.V.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University,
4, Vernadskogo avenue, Simferopol, 295007, Russia,
E-mail: golovchenko.igor.v@gmail.com

Abstract. The article analyzes the main methods of supplying concrete mix during the construction of frames of multi-storey monolithic reinforced concrete buildings. Variants of schemes for supplying a concrete mixture of mechanization during the construction of the frame of a 30-storey residential building in Simferopol were selected. Comparison of the selected schemes of mechanization of concrete mixture supply in terms of labor intensity and duration of work is performed.

Subject: technical and economic indicators of various methods of supplying concrete mixture during the construction of the frame of a 30-storey monolithic residential building.

Materials and methods: literature sources and the results of preliminary experimental studies are analyzed, a technical and economic comparison of various methods of supplying concrete mixtures is carried out.

Results: based on the results of the calculations, it was found that with an increase in the number of storeys of a building, the supply of concrete mixture by a tower crane becomes the least efficient. When buildings are more than 16 storeys high, it is advisable to use a stationary concrete pump or a combination of a stationary and auto concrete pump.

Conclusions: the most effective from the point of view of labor intensity and duration of the work is the combined method of supplying concrete mixture with the use of automobile and stationary concrete pumps.

Key words: concrete mix supply methods; tower crane; stationary concrete pump; auto concrete pump; labor intensity of work; duration of work.