

УДК 624.012

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ ДЛЯ УКЛАДКИ БЕТОННОЙ СМЕСИ В КОНСТРУКЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

Погуляев И. Л. студент гр. СПм-201, II курс  
Белова Е. М., доцент  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т. Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Основным строительным материалом применяемым повсеместно в строительстве является бетон [1-3]. У бетона имеется множество преимуществ среди строительных материалов, такие как долговечность, сравнительно низкая стоимость, возможность использования местных строительных материалов [4-7]. Часть научных исследований направлена на улучшение свойств бетонных смесей и применение различных материалов для приготовления бетона [8-12]. Множество исследований направлены на разработку способов механизации укладки бетонной смеси в опалубку для сокращения сроков производства работ, снижения трудоемкости и стоимости [13-16].

Целью настоящей работы является подбор технических средств для укладки бетонной смеси в конструкции фундаментов при возведении здания депо монорельсовых локомотивов. Известно, что в строительной практике чаще используются стационарные бетононасосы или краны с бадьей для бетонирования фундаментов. Здание депо имеет ряд конструктивных особенностей, затрудняющих применить стационарный бетононасос. Поэтому было необходимо рассмотреть несколько вариантов возможного использования различной техники и выполнить расчеты по определению их эффективности.

Нами были намечены критерии оценок для будущего анализа и составлены два варианта методов бетонирования. В первый вариант включен автобетононасос, а во второй – кран с бадьей. Для этих вариантов составлены калькуляции (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Подача бетонной смеси бетононасосом

Шифр норм	Наименование работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объем работ	Трудоемкость		Кол-во дней	Расценка	Сумма 3.П.	Состав звена	
			Чел-ч	Маш-ч		Чел-ч	Маш-ч				Профессия	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

4-1-48В	Подача бетонной смеси бетононасосом в плитную часть фундамента	100м3	18*2=36	6,1*2=12,2	0,52	33,84	6,34	1,5	13,32*2=26,64	3,45	Машинист бетононасосной установки Бетонщик	1 2
E4-1-49	Укладка бетонной смеси в плитной части	м3	0,33	-	52,2	17,23	-	1	0,236	12,32	Бетонщик	1 1
E4-1-48В	Подача бетонной смеси в подколонник бетононасосом	100м3	18*2=36	-	0,42	15,12	-	0,5	13,32*2=26,64	2,8	Машинист бетононасосной установки Бетонщик	1 2
E4-1-49	Укладка в подколонник бетонной смеси	м3	0,33	-	42	13,86	-	0,5	0,236	10	Бетонщик	1 1
Итого:						80,05	6,34	3,5		28,57		

Таблица 2

### Подача бетонной смеси краном с бадьей

Шифр норм	Наименование работ	Ед. изм.	Нормы времени		Объем работ	Трудоемкость		Кол-во дней	Расценка	Сумма З.П.	Состав звена	
			Чел-ч	Маш-ч		Чел-ч	Маш-ч				Профессия	Кол-во
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е4-1-54 №19	Прием бетонной смеси из кузова автомобиля в емкости	100м³	8,2	-	0,94	7,71	-	1	5,25	5	Бетонщик	1
Е1-6 табл. 2 №16	Подача бетонной смеси к месту укладки краном КС-65715-1	м3	(0,29+6,35*0,026)*2=3,88	0,21	94,34	366	19,8	15	(1,02+0,106*6,35)*2=3,38	319	Машинист Такселяжник	1 2

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Е4-1-49 «А» табл. 1 №3	Укладка бетонной смеси в конструк- цию объе- мом до 10м³	1м³	0,33	-	94,34	0,33*94, 34 =31,13	-	2	0,236	0,236*94, 34= 22,26	Бетонщик	1
											Бетонщик	1
Итого:						404,84	19,8	18		346,3		

Таблица 3

Технико-экономическое сравнение вариантов машин для подачи бетона в опалубку

Наименование	Автобетононасос	Стреловой кран
Единовременные затраты на доставку и монтаж кранов $E_0$ , р.	1352	121,42
Стоимость машино-часа работы крана $C_{\text{маш-ч}}$ р.	1,33	8,26

Стоимость механизированных затрат определяется по формуле:

$$C_0 = K_1(E_0 + C_{\text{маш-ч}} \times T_{\text{маш-ч}}) + K_2 \times l_{3/\text{п}},$$

где:

$K_1, K_2$  - коэффициенты накладных расходов ( $K_1 = 1,08$ ;  $K_2 = 1,5$ );

$E_0$  - единовременные затраты на доставку и монтаж строительных машин, руб.;

$C_{\text{маш-ч}}$  - стоимость маш-ч работы машины, руб.;

$T_{\text{маш-ч}}$  - трудоемкость или затраты рабочего времени на производство работ;

$l_{3/\text{п}}$  - заработная плата всех рабочих строительных специальностей, руб.;

$$C_0^{\text{Автобетононасос}} = 1,08(1352 + 1,33 \times 6,34) + 1,5 \times 28,57 = 1512,3 \text{ руб.}$$

$$C_0^{\text{Стреловой кран}} = 1,08(121,42 + 8,26 \times 19,8) + 1,5 \times 346,3 = 627,5 \text{ руб.}$$

Экономически более выгодным оказался стреловой кран с бадьей, но с точки зрения трудоемкости и количества дней уступает автобетононаосу. Поэтому, для упрощенного и ускоренного ведения бетонных работ, рекомендуется автобетононасос.

## Пофакторный анализ сравнения вариантов методов бетонирования

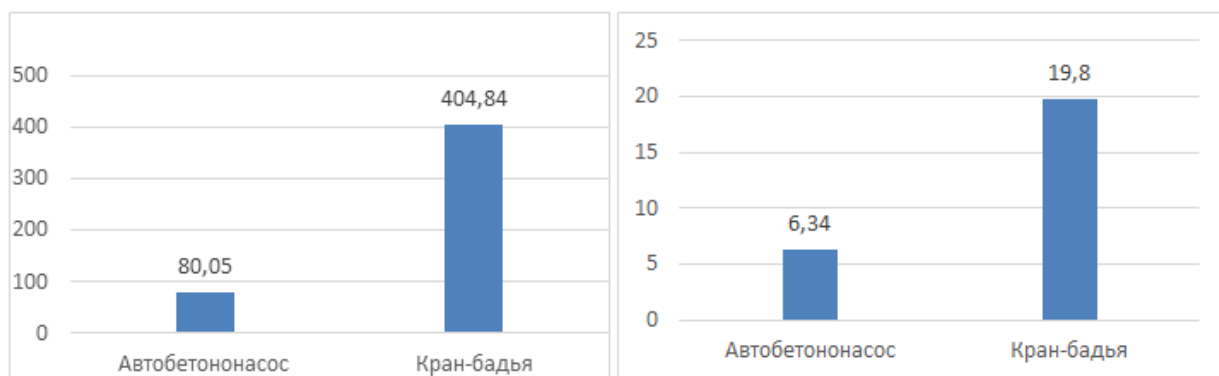


Рис. 1. Графики сравнения трудоемкости чел-ч.; маш-ч.

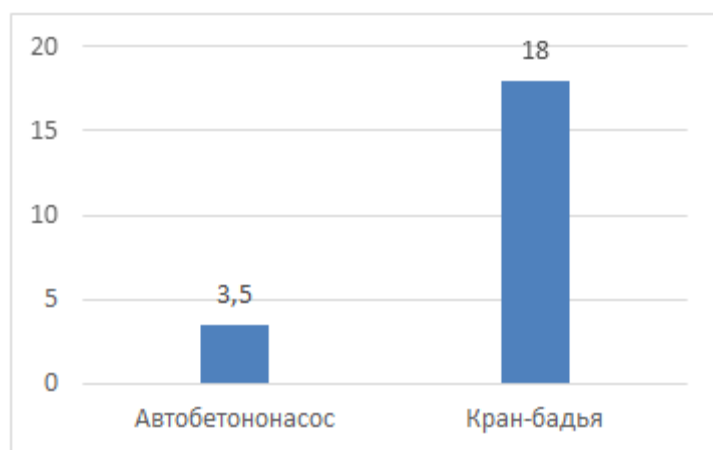


Рис. 2. График сравнения продолжительности работ



Рис. 3. График сравнения стоимости механизированных затрат

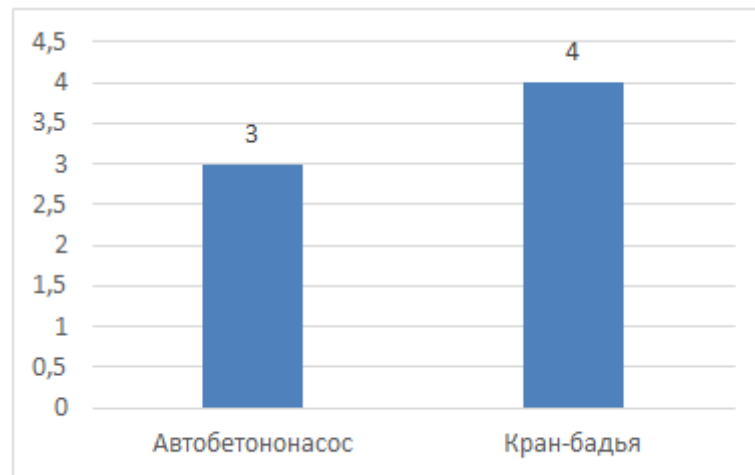


Рис. 4. График сравнения численности рабочих по вариантам

Многофакторный анализ показателей использования автобетононасоса и крана с бадьей для укладки бетона

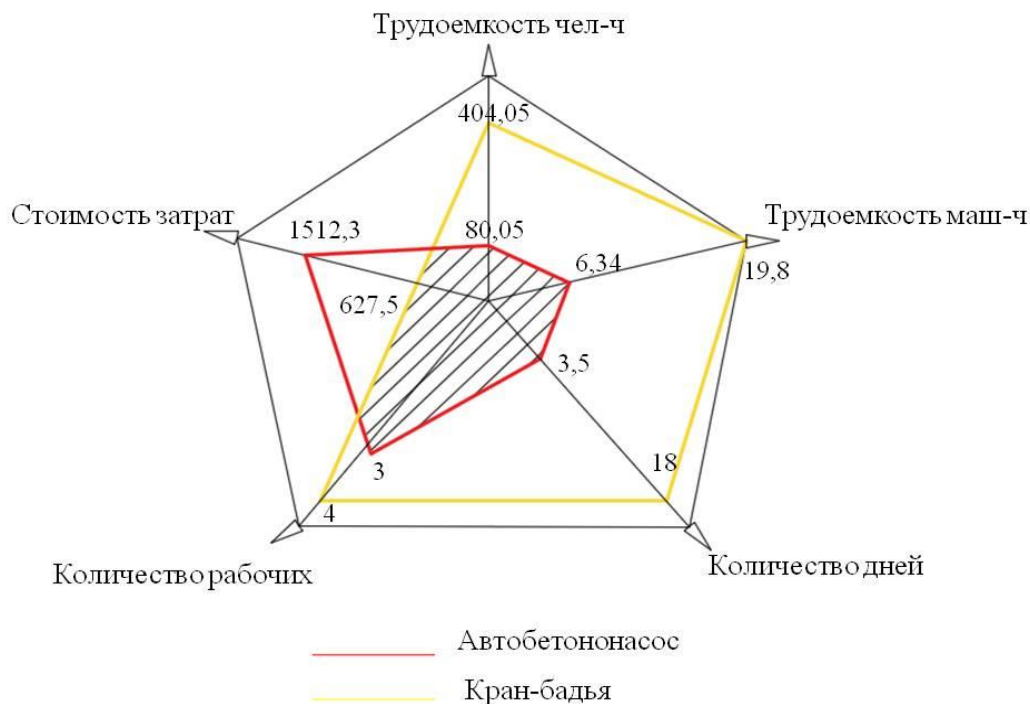


Рис. 5. Схема сопоставления показателей вариантов бетонирования с помощью автобетононасоса и крана с бадьей

Согласно графикам пофакторного и многофакторного анализа можно определить существенную разницу между использованием автобетононасоса и кран-бадью. Так трудоемкость использования автобетононасоса в человеко-часах на 20 % ниже, чем крана с бадьей, а в машино-часах на 32 %. Высокая производительность автобетононасоса позволяет справиться с укладкой бетонной смеси в конструкции на 19,5 % быстрее крана с бадьей. Очевидным является и значительно меньшая потребность в людских ресурсах при уклад-

ке бетона автобетононасосом в сравнении с числом исполнителей при работе кран-бадьи, а именно она составила 75 %. Однако, стоимость механизированных затрат при использовании автобетона оказалась выше на 41,5 %, чем при применении крана с бадьей.

Исходя из результатов данного анализа можно утверждать, что выполнение работ по бетонированию конструкций бетононасосом более эффективно (по четырем показателям из пяти), чем краном с бадьей. Поэтому, рекомендуется вести подачу и укладку бетона в отдельно стоящие фундаменты автобетононасосом при возведении депо монорельсовых локомотивов.

### Список литературы:

1. Угляница А.В. Способ производства крупногабаритных бетонных блоков в форме-автоклаве / А. В. Угляница, К. Д. Солонин, Е. А. Струкова // Патент на изобретение RU 2562307 C1, 10.09.2015. Заявка № 2014127610/03 от 07.07.2014.
2. Uglyanitsa A.V. Analysis of compositions of ceramsite ash-slag-concrete for monolithic building construction / A. V. Uglyanitsa, N. V. Gilyazidinova, N. Y. Rudkovskaya, T. N. Santalova // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. T. 10. № 8. С. 19235-19246.
3. Белова Е. М. Особенности бетонирования перекрытий гражданских зданий в зимних условиях / В. И. Шпилевский, Е. М. Белова // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2020. С. 84-90.
4. Покатилов Ю. В. Повышение эксплуатационной надежности промышленного здания / Д. И. Рудковский, Ю. В. Покатилов // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 82-88.
5. Белова Е. М. Расчет эффективности способов возведения покрытия спортивно-развлекательного центра в г. Новосибирск / Е. М. Белова, П. С. Минина // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 39-42.
6. Kargin A. Fly-ash geo-polymer foamed concrete / A. Kargin, V. Baev, N. Mashkin // AIP Conference Proceedings. 2017. С. 020005.
7. Каргин А. А. Снижение себестоимости бетонов путем модификации их состава молотым порошком из вскрышных пород Кузбасса / М. С. Дубенский, А. А. Каргин // Сборник материалов VI всероссийской, 59-й научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Россия молодая». 2014. С. 492.
8. Shabanov E. Use of slag concrete in construction of underground structures and mines / N. Gilyazidinova, E. Shabanov, X. Liu // E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. С. 01039.
9. Шабанов Е. А. Использование отхода от производства жидкого ферросиликата натрия в качестве экологически чистого утеплителя / Е. А. Шабанов, Д.

- С. Вершинин, Н. В. Гилязидинова // Сборник докладов студентов, аспирантов и профессорско-преподавательского состава университета по результатам IV Всероссийской, 57 научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая». 2012. С. 129-131.
10. Duvarov V. B. Fine-dispersed mineral admixture-modified polystyrene concrete / A. V. Uglyanitsa, N. A. Mashkin, G. I. Berdov, V. B. Duvarov V.B. // International Journal of Applied Engineering Research. 2015. Т. 10. № 15. С. 35428-35430.
11. Дуваров В. Б. Активация портландцемента минеральными добавками / В. Б. Дуваров // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 141-143.
12. Дуваров В. Б. Модификация цементных бетонов отработанным катализатором производства капролактама / А. В. Угляница, В. Б. Дуваров // Инновации и инвестиции. 2019. № 6. С. 286-290.
13. Шабанов Е. А. Анализ процессов автоматизации управления строительной площадки / В. Д. Исхаков, Е. А. Шабанов // Сборник научных статей V Международной научно-практической конференции «Проблемы строительного производства и управления недвижимостью». 2018. С. 63-66.
14. Шабанов Е. А. Обоснование рациональных параметров автоматизации процессов производства строительных материалов и изделий / А. Ю. Шабуров, Е. А. Шабанов // Сборник материалов XI Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Россия молодая». 2019. С. 60621.
15. Дуваров В. Б. О возможности модификации цементных бетонов отработанным катализатором производства анилина / А. В. Угляница, В. Б. Дуваров // Вестник ВСГУТУ. 2019. № 2 (73). С. 43-51.
16. Каргин А. А. Исследование свойств золы-уноса кемеровских ТЭС как сырья для производства щелочно-активированного вяжущего / А. А. Каргин // Материалы II Всероссийской научной конференции молодых ученых с международным участием «Перспективные материалы в технике и строительстве: ПМТС 2015». Томский государственный архитектурно-строительный университет. 2015. С. 416-419.