

УДК 330:625.4 (470.43)

© О. Д. Бурлакова¹, Е. А. Башкирова², 2018

^{1,2} Самарский государственный технический
университет (СамГТУ), Россия

E-mail ^{1,2}: kafedra_cen@mail.ru

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕТРО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТЕХНОЛОГИИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа технических и стоимостных показателей строительства метро в зависимости от применяемой технологии. Авторами проведен сравнительный анализ открытого и закрытого способов строительства метрополитена на примере города Самары. В работе рассмотрены отличия этапов строительства для каждого способа, а также рассчитаны удельные затраты на строительство. Помимо экономического анализа, авторами были применены варианты сравнения данных способов строительства не только по критерию денежных затрат, но и по временным показателям и затратам потребных ресурсов. В результате проведенного анализа установлено, что строительство объекта закрытым способом более затратное, однако срок выполнения работ меньше, чем при открытом способе.

Ключевые слова: метрополитен, открытый способ, закрытый способ, сметная стоимость, пассажиропоток, финансирование.

Актуальность выбранной темы обусловлена острой необходимостью пересмотра транспортной схемы г.о. Самара, в том числе схемы метрополитена, которые были разработаны еще в 70-х годах XX века, а также долгим строительством станций метро [4, 5].

Метрополитен изначально является планово-убыточным проектом и дотируется даже в самых развитых странах. Например, сегодня дотации московскому метро составляют примерно 30 млрд рублей в год, выручка от билетов — 50 млрд рублей (плюс/минус 5 млрд рублей в разные годы) — это деньги на текущую деятельность, а не гигантские инвестиции в его развитие. В Самаре плата за проезд в метро покрывает лишь 50% эксплуатационных расходов.

Метро г.о. Самара необходимо, так как без него транспортную проблему не решить. Если в Самаре продолжать строительство метрополитена, то трафик пассажиропотока будет расти на 20-25% в

год (такой прирост даст каждая новая станция). Сейчас пассажиропоток в самарском метро составляет примерно 15,6 млн человек в год, в то время как в московском он равен 2491 млн человек в год. Такая большая разница в значениях объема перевозок пассажиров объясняется тем, что протяженность московского метрополитена составляет 338,9 км, в то время как самарского — 12,7 км.

Цель данного исследования — провести сравнительный анализ стоимости строительства метро в зависимости от выбранной технологии строительства с применением вариантов сравнения по критерию денежных затрат, а также по временным показателям и затратам потребных ресурсов для выявления наименее затратного способа строительства.

Объектом исследования является самарское метро. *Предмет исследования* — стоимость строительства метро, срок выполнения работ.

В г.о. Самара строительство метрополитена осуществляется как открытым способом, так и закрытым. Вход в метро строится открытым способом, то есть строительство ведется в разрытых траншеях и котлованах, которые после засыпаются грунтом. Котлованный способ применяется для строительства станций мелкого заложения, а закрытый способ в основном — при строительстве линий глубокого заложения [3, с. 383-384]. Закрытый способ строительства осуществляется без вскрытия поверхности, при этом используется специальный механизированный щит. В Самаре данным способом строятся перегонные тоннели между станциями.

Этапы строительства при открытом способе отличаются от этапов строительства при закрытом способе.

При открытом способе это:

- забивка свай;
- крепление котлована;
- разработка грунта;
- устройство лотка (монолитные конструкции);
- устройство монолитных стен и перекрытий;
- обратная засыпка.

В смету на строительство самарского метрополитена данным способом включены следующие статьи затрат [10], рассчитанные в ходе исследования в текущих ценах:

- 1) крепление котлована (469 927 руб./п.м.);
- 2) земляные работы (131 968,63 руб./п.м.);
- 3) обратная засыпка грунта (24 729,67 руб./п.м.);
- 4) работа на отвале (для обратной засыпки) (17 096,9 руб./п.м.).

Всего удельная стоимость работ (на погонный метр) составила 643 722,94 рубля. Сметная стоимость (232 п.м.) составляет 149 343 722,08 рублей.

Определена потребность монолитного конструктива на погонный метр в натуральных и денежных единицах – 12,08 м³ и 17 830 рублей. Таким образом, погонный метр монолитного конструктива составил 215 386,4 рублей.

Итого стоимость строительства 1 п.м. метро открытым способом в текущих ценах составляет 859 109,34 рубля.

Основные этапы строительства при закрытом способе:

- разработка грунта;
- монтаж блочной железобетонной обделки;
- откатка грунта в вагонетках;
- первичное нагнетание за обделку тоннеля;
- укладка узкоколейного пути;
- передвижка блокоукладчика;
- погрузка грунта;
- вспомогательные работы.

Рассчитаны затраты на строительство погонного метра метрополитена закрытым способом, в которые входят:

1. Прямые затраты – 1 006 141,7 рубля.
2. Накладные расходы – 67 072 рубля.
3. Сметная прибыль – 34 460,75 рубля.

Итого стоимость строительства 1 п.м. метро закрытым способом в текущих ценах составляет 1 107 674 рубля.

Из проведенного экономического анализа можно сделать вывод о том, что открытый способ строительства погонного метра метрополитена дешевле, чем закрытый способ на 248 564,66 рубля.

После проведения экономического анализа показателей, а именно по критерию денежных затрат, были применены способы сравнительного анализа по временным показателям и затратам потребных ресурсов. Полный расчет представлен в таблице 1, из которой видно, что при открытом способе норма расхода времени при строительстве п. м. составляет 0,05 месяца, фактически составляет 0,06 месяца. Это происходит из-за того, что финансирование строительства осуществляется неравномерно. Численность рабочих по норме при строительстве погонного метра должна составлять 20 человек, фактически же она составляет 23 человека. Потребность в большем количестве рабочих объясняется их невысокой квалификацией. Потребность в машинах по факту такая же, как и по норме. При строительстве открытым способом необходимы

такие строительные машины, как: кран СКГ-63, экскаватор, бурильная установка, автомашина КАМАЗ.

Таблица 1

Сравнительный анализ технико-экономических показателей

Показатели	Открытый способ		Закрытый способ		Сравнение нормативных показателей
	норма	факт	норма	факт	абсол. откл.
Срок работы, мес.	0,05	0,06	0,023	0,029	0,025
Потребность в рабочих, чел.	20	23	12	14	8
Потребность в машинах, шт.	4	4	3	3	1
Стоимость всего, тыс. руб. в т.ч. [9]:	859,1	812,6	1 107,7	982,91	-248,56
Прямые затраты, тыс. руб.	780,3	735,9	1 006,1	881,38	-225,78
Накладные расходы, тыс. руб.	52,02	50	67,07	67,07	-15,05
Сметная прибыль, тыс. руб.	26,73	26,73	34,46	34,46	-7,73

Прямые затраты учитывают стоимость следующих ресурсов, необходимых для выполнения работ: материальных (62% от суммы прямых затрат), технических (30%), трудовых (8%).

Прямые затраты на строительство погонного метра по смете составляют 780 361 рубль, что на 44 480 рублей больше, чем по факту. При строительстве метрополитена подрядная организация старается минимизировать расходы на материалы, чтобы получить прибыль. Поэтому накладные расходы по факту составили 50 000 рублей, что на 2 020 рублей меньше, чем по норме. Сметная прибыль по факту составляет столько же, сколько и по плану – 26 727 рублей.

При проведении исследования было выявлено, что срок работы при строительстве погонного метра закрытым способом по факту составляет 0,029 месяца, что на 0,01 месяца меньше, чем по норме. Замедление проходки произошло из-за того, что грунты были не только 4 категории, но попадались 5, 6 категории и выше. Численность рабочих по норме должна составлять 20 человек на строительство 1 п.м., а по факту составляет 23 человека. Необходимость в большем количестве рабочих объясняется их невысокой квалификацией и невысокой трудовой дисциплиной. Потребность в машинах

по факту такая же, как и по норме. При строительстве открытым способом необходимы такие строительные машины, как: кран СКГ-63, щит, автомашина КАМАЗ.

Прямые затраты учитывают стоимость следующих ресурсов, необходимых для выполнения работ: материальных (43% от суммы прямых затрат), технических (55%), трудовых (2%).

Прямые затраты на строительство погонного метра по смете составляют 1 006 141,7 рублей, что на 124 761,6 рублей больше, чем по факту. Как и при предыдущем способе строительства метро, подрядная организация старается минимизировать расходы на материалы, чтобы получить прибыль, так как на механизмах организация сэкономить не может. Накладные расходы составляют столько же, сколько и по факту – 67 072 рубля. Сметная прибыль по факту составляет столько же, сколько и по плану – 34 460,75 рублей.

В результате проведения сравнительного анализа показателей, было выявлено следующее. Строительство метрополитена открытым способом ведется дольше, чем закрытым на 0,025 месяца. Численность рабочих при закрытом способе меньше на 8 человек, т.к. при открытом способе строительства преобладает ручной труд, а не механизированный. Потребность машин при открытом способе больше на 1 единицу из-за того, что щит включает в себя функции бурильной установки и экскаватора [8]. Однако сметная стоимость работ при открытом способе строительства намного ниже, чем при закрытом (на 248 564,66 рубля). Это объясняется высокой стоимостью аренды проходческого щита.

Вывод: результаты проведенного исследования показывают, что строительство метро закрытым способом более затратное, но срок выполнения работ меньше, чем при открытом способе. Причинами такой разницы в себестоимости строительства является то, что:

- технология строительства при закрытом способе более дорогая;
- требуется устанавливать дорогостоящие бетонные кольца;
- при открытом способе роется один котлован на два тоннеля, а при закрытом – щит роет один тоннель, а потом другой;
- очень дорогая аренда щита.

Для подрядной организации при строительстве метрополитена можно предложить следующие рекомендации [1, 6, 7]:

1. Чтобы ускорить темпы строительства метро, необходимо применять современные технологии, а для этого целесообразно набрать в штат высококвалифицированных сотрудников, которые смогут применять их на практике.

2. Приобрести либо взять в лизинг машины и механизмы с большей производительностью в час.

3. Для обеспечения бесперебойного процесса строительства следует проводить торги на поставку основных материалов для заключения договора с поставщиками, отвечающими следующим параметрам: близкая расположенность к объекту строительства, хорошая репутация, низкая стоимость поставляемых материалов; изыскать возможности более близкого расстояния от строительной площадки до места складирования грунта.

Таким образом, для того чтобы ускорить строительство метро, нужно применять современные технологии, приобрести машины и механизмы с большей производительностью и обеспечить бесперебойный процесс строительства [2]. Но все же постоянное финансирование в любом строительстве является самым важным.

Литература

1. Абдуллаев Г. И. Повышение организационно-технической надежности строительства линейно-протяженных сооружений методом прогнозирования отказов // Инженерно-строительный журнал. 2013. № 3. С. 43-50.

2. Абсалямов Д. Р. Повышение надежности инженерных систем методом формализации поиска отказов // Инженерно-строительный журнал. 2012. №2. С. 39-47.

3. Абрамчук В. П. Подземные сооружения / Тоннел. ассоц. России — Общерос. обществ. орг. М.: Метро и тоннели, 2010. 462 с.

4. Белозеров В. Л. Развитие метрополитена — важнейший инфраструктурный проект на 2008-2010 годы // Транспорт Российской Федерации. 2007. № 7. С. 18-21.

5. Городской электротранспорт. URL: <http://transphoto.ru/search.php?aid=11235&auth=1>.

6. Ларкина А. А. Инновационная активность строительных организаций // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сборник статей. Самара: СГАСУ, 2016. С. 197-200.

7. Ларкина А. А. Методы и инструменты диагностики кризиса в строительных организациях // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре. Социально-гуманитарные и экономические науки: сборник статей. Самара: СГАСУ, 2016. С. 146-150.

8. Макаревич Г. В. Щиты с грунто- и гидропригрузом // Метро и тоннели. 2013. № 1. С. 40-43.

9. Меркин Е. В. Инновационные технологии в строительстве // Тоннельная ассоциация России. URL: <http://tar-rus.ru/public/articles>.

10. Сударь О. Ю. Обзор существующих нормативов ценообразования по техническому обследованию зданий и сооружений // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. № 5. С. 72-78.

*Статья поступила в редакцию 04.06.18 г.
Рекомендуется к опубликованию членом Экспертного совета
д-р техн. наук, доцентом И. Н. Хаймович*