

Совершенствование земляных работ при строительстве многоэтажных эксплуатируемых частей зданий в условиях плотной городской застройки

О.В. Бурлаченко, А.М. Ахмедов, И.С. Стрельцов

Волгоградский государственный технический университет

Аннотация: В статье предлагается специальное устройство для осуществления транспортировки грунта, при строительстве подземной части по технологиям «top-down» и «top and down». Разработанное устройство работает полностью от электричества. Предложенное техническое решение позволит полностью исключить непроизводительные перемещения землеройных и транспортных средств, для перемещения грунта от места разработки, до места выгрузки в автосамосвалы, расположенные на поверхности земли. Устройство адаптировано для работы в составе строительного потока, при реализации технологии «top and down». Для исключения необходимости в применении грузоподъемного механизма для подъема и разгрузки грунта в автосамосвалы, расположенные на поверхности, предлагается применять два монорельса с грузоподъемным оборудованием, которые закреплены на металлической раме.

Ключевые слова: технология «top and down», «top-down», разработка грунта, земляные работы, подземная часть здания, транспортировка грунта, ярус подземной части здания.

Ежегодно количество автомобилей, приходящееся на душу населения, растет, в крупных городах усиливается проблема с нехваткой машиномест [1], что приводит к необходимости идти на крайние меры – эвакуировать автомобили с тех мест, где парковка запрещена. С каждым годом эта проблема набирает обороты. Порой автовладельцы просто вынуждены парковать свои машины на местах где имеются запрещающие знаки. К тому же раньше, 30-40 лет назад, когда строились дома в центре города Волгограда, проблем с отсутствием парковок не было вообще. Теперь, при строительстве любого здания, проектировщики должны не только рассматривать вопрос о строительстве надземной части, но и решать проблему местоположения парковок на долгосрочную перспективу.

Исследования, приведенные в [2], показали, что в средней полосе России температура грунта на глубине 10-20 м. находится в пределах +5...+7 °С. Тем самым сделан вывод о том, что здание в подземном исполнении будет

более энергоэффективным. При этом затраты на отопление будут меньше, чем при таком же здании, возведенном на поверхности. Так, например, при строительстве подземного развлекательного центра в г. Магадане или Якутске, можно в среднем за год экономить 21-23 % тепла по сравнению с наземным расположением такого же здания. Кроме того, парковки подземного исполнения более экологичны [3], чем наземные стоянки, так как выхлопные газы из них выводятся через системы вентиляции. Таким образом, значительно снижается концентрация вредных веществ в приземном слое воздуха. Кроме этого, строительство парковок подземного исполнения – экономия места городского пространства. Так, например, в работе [4] приведен сравнительный анализ между созданием наземных стоянок для автотранспорта и подземным строительством. При этом подчеркивается, что подземные и полуподземные парковки позволяют в 4-5 раз повысить использование занимаемых территорий и исключить выделение под стоянки и без того дефицитной территории города. При строительстве подземных парковок и помещений для других целей появляется возможность улучшить экологическую обстановку не только при строительстве, но и при эксплуатации. Кроме вышесказанного в данной работе подчеркивается то, что строительство одно- и двухъярусных парковок в условиях города не эффективно. Поэтому строительство подземных сооружений должно быть выполнено с многоярусным исполнением.

В [5] предложена технология строительства многоэтажной подземной части здания, где в качестве грузоподъемного средства используется козловой кран, на рельсовом ходу. Однако, в этой технологии не решен вопрос транспорта грунта от места работы одноковшового экскаватора, находящегося на уровне стоянки в подземной части до автосамосвалов, находящихся на поверхности земли.

В статье [6] детально описана технология «top-down» и выявлены ее недостатки. Авторами особо подчеркивается, что технология «top-down» имеет недостаток, связанный с наличием большого расстояния транспортировки грунта от места его разработки до места выгрузки в автосамосвалы. Кроме этого грунт перемещается в вертикальном направлении через специально-выполненное технологическое отверстие, рядом с которым должен быть грузоподъемный механизм. Так как строительство по технологии «top-down» предполагает одновременное строительство в двух направлениях, то применение стрелового крана не всегда возможно.

Поэтому для реализации технологии «top and down» необходимо специальное техническое решение, которое позволит осуществлять не только быстрый горизонтальный и вертикальный транспорт грунта, но и обеспечить удобство выгрузки грунта в автосамосвалы.

В работе [7] приведены схемы движения одноковшового экскаватора разработки грунта в подземной части. При этом экскаватор при разработке грунта перемещается по окружности, огибая своей траекторией движения каждую колонну, что, конечно, приводит к лишним непроизводительным перемещениям.

Согласно [8,9] грунт, разработанный в подземной части одноковшовым экскаватором, перемещается на поверхность другим экскаватором, оборудованным рабочим органом грейферного типа, применение которого не всегда возможно, особенно при одновременном строительстве надземной части, так как над технологическим отверстием находится перекрытие.

Существует способ строительства многоэтажной подземной части здания [10], который заключается в том, что для транспортировки грунта от уровня стоянки экскаватора, где ведется разработка грунта в подземной части до поверхности земли, выполняется пандус, по которому курсируют автосамосвалы. Данный способ довольно трудоемкий, так как создание пандуса

влечет за собой выполнение целого спектра геодезических работ, которые весьма не дешевы.

Устройство для перемещения грунта от места его разработки одноковшовым экскаватором 1 в подземной части 2 до места выгрузки на поверхности земли 3 в автосамосвал 4 состоит из трех частей (рис.1). Первая часть устройства – тележка 5 для транспортировки грунта, вторая часть – система лебедок 6 и анкеров 7, и третья часть – порталная пространственная рама 8, расположенная непосредственно в месте технологического отверстия 9 на уровне перекрытия первого этажа 10 возводимого здания (рис.1).

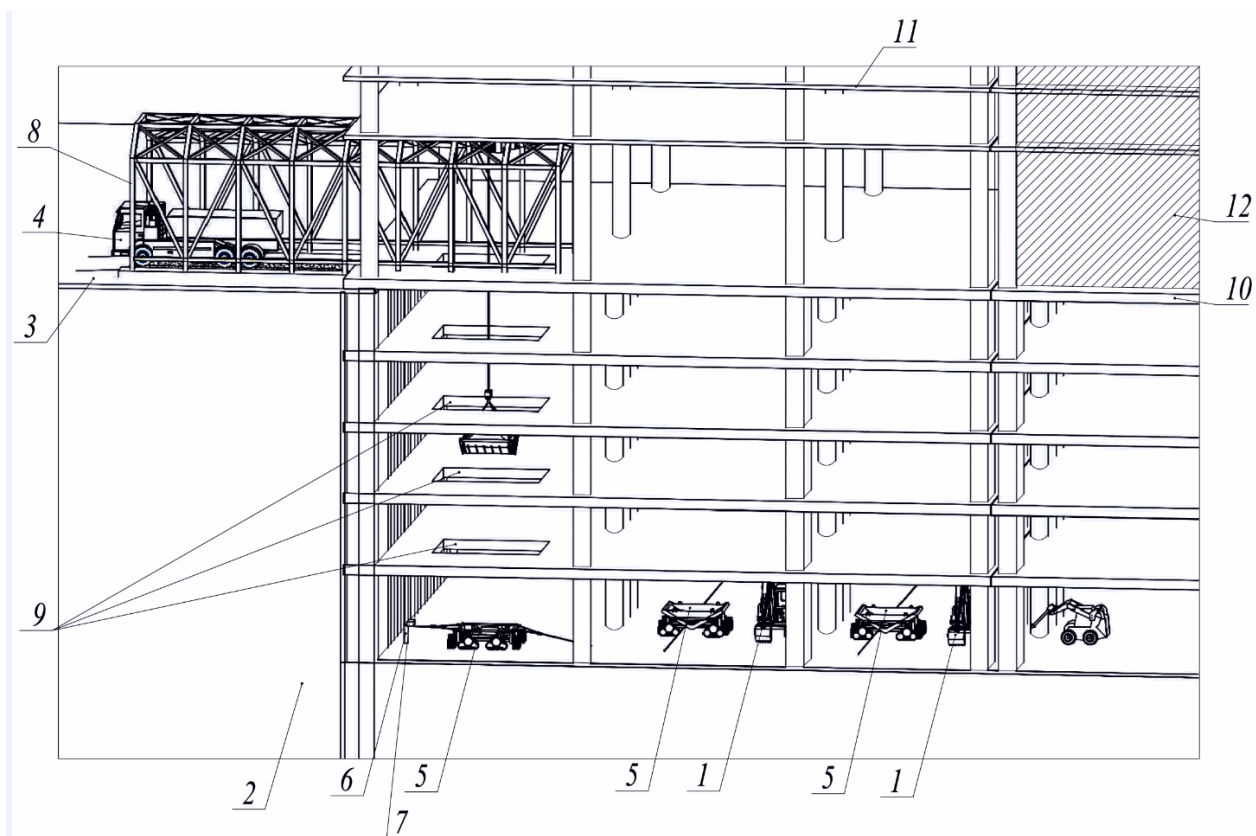


Рис.1. – Пространственный вид расположения устройства для совершенствования земляных работ

1- одноковшовый экскаватор, 2 – подземная часть здания, 3 – поверхность земли, 4 – автосамосвал, 5 – тележка, 6 - система лебедок, 7 - анкер, 8 - порталная пространственная рама, 9 - технологическое отверстие, 10 - перекры-

тие первого этажа, 11 - перекрытие высотной части здания. 12 – ядро жесткости

На (рис.2) представлен общий вид здания при осуществлении земляных работ.

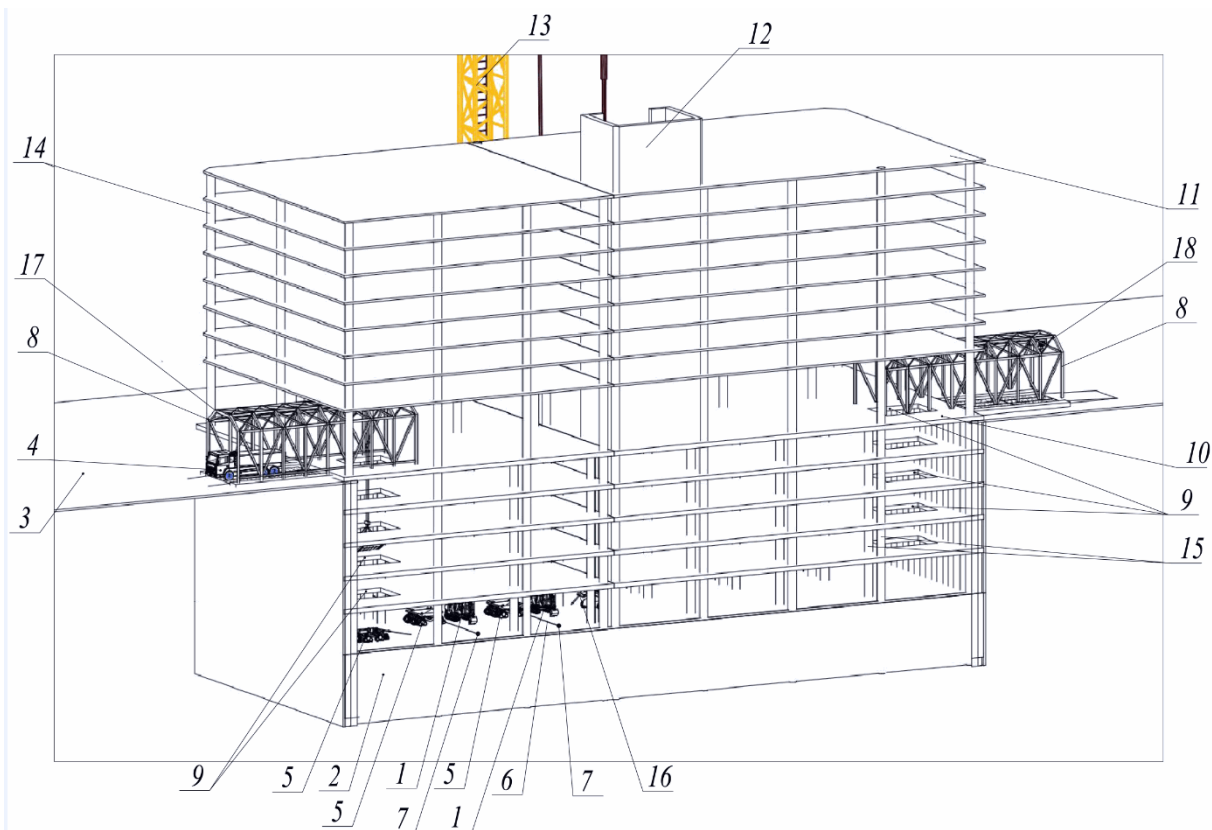


Рис. 2. – Общий вид пространственной схемы расположения устройства в здании при осуществлении земляных работ, например, при реализации технологии «top and down»

1- одноковшовый экскаватор, 2 – подземная часть здания, 3 – поверхность земли, 4 – автосамосвал, 5 – тележка, 6 - система лебедок, 7 - анкер, 8 - порталная пространственная рама, 9 - технологическое отверстие, 10 - перекрытие первого этажа, 11 - перекрытие высотной части здания, 12 – ядро жесткости, 13 – башенный кран, 14 – колонна надземной части здания, 15 – колонна подземной части здания, 16 – машина для установки анкеров, 17 – монорельс, 18 - таль

Первая часть устройства (рис.3) состоит из ходовой части на гусеничном ходу 1 с пневмоподвеской 2, смонтированной на раме 3 и кузова 4 пирамидального сечения. Конструкция дна 5 кузова 4 выполнена с возможностью выгрузки грунта, которая обеспечивается за счет системы раздвижных пластин 6 и 7, приводимых в движение системой наклонно-расположенных гидравлических цилиндров 8, по полозьям 9. Для обеспечения возможности передвижения в стесненных подземных условиях ходовая часть устройства выполнена с установкой гусениц по всем четырем сторонам корпуса.

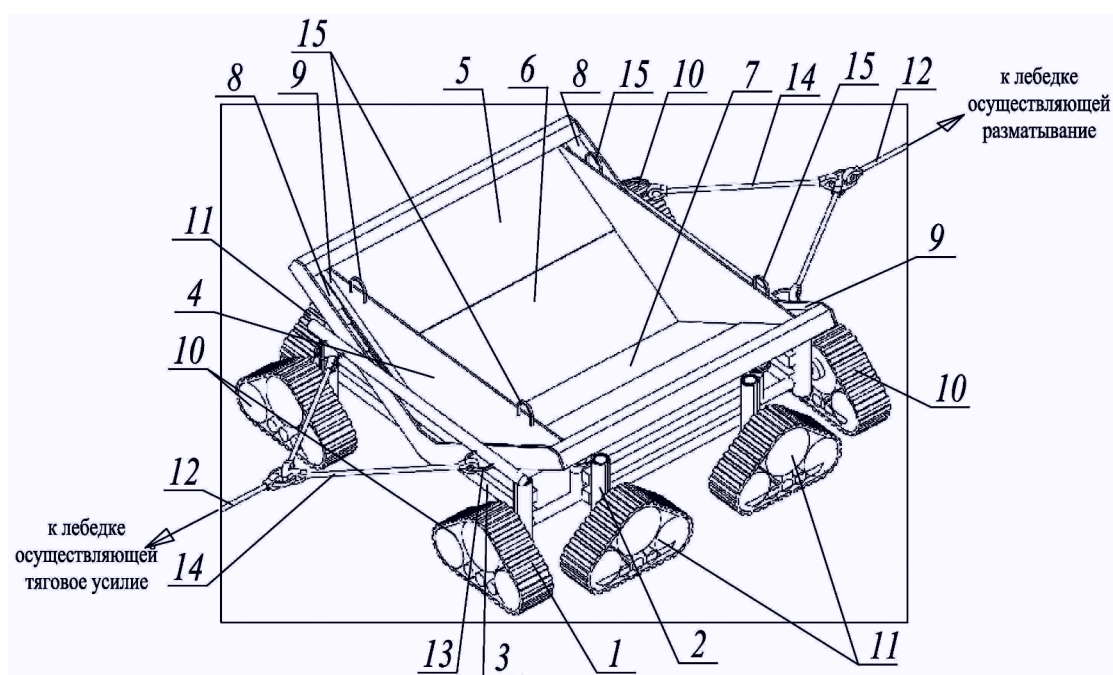


Рис. 3. – Пространственная 3D модель первой части предлагаемого устройства

1 - ходовая часть на гусеничном ходу, 2 – пневмоподвеска, 3 – рама, 4 - кузов, 5 - дно кузова, 6, 7 - раздвижные пластины дна кузова, 8 - наклонно-расположенный гидравлический цилиндр, 9 – полозья, 10 - поперечно-расположенные гусеницы, 11 - продольно-расположенные гусеницы, 12 -, концы канатов лебедок, 13 – монтажные петли, 14 - двухветвевой цепной канат

Причем при передвижении в продольном направлении поперечно-расположенные гусеницы 10 поднимают при помощи пневмоподвески и прижимают к корпусу кузова 4, а при перемещении кузова в поперечном направлении поднимают продольно-расположенные гусеницы 11. Продольные и поперечные передвижения тележки, в горизонтальном направлении, осуществляют при помощи второй части устройства – системы лебедок и анкеров.

По мере разработки грунта одноковшовым экскаватором в подземной части здания в каждом пролете, в основание устанавливают по два анкера, к которым присоединяют лебедки, концы канатов которых 12 присоединяют к монтажным петлям 13 тележки, посредством двухветьевого сцепного каната 14. Для передвижения тележки в пролете между колоннами одна из лебедок работает на сматывание, перемещая ее, а другая на разматывание, затем процесс повторяют в обратной последовательности. Установка анкеров на уровне разработки грунта осуществляется мини погрузчиком 16 (рис.2), оборудованным рабочим органом для их установки.

Третья часть устройства (рис.2) состоит из порталной пространственной рамы 8 с установленными на ней монорельсом 17 и талью 18, для возможности как подъема кузова 4 с грунтом, так и перемещения от технологического отверстия до автосамосвала 4, установленного под погрузку.

После перемещения тележки, при помощи системы лебедок в место расположения технологического отверстия, к монтажным петлям 15 кузова 4 (рис.3) посредством четырехветьевого стропа, присоединяют крюк тали. Далее осуществляют подъем кузова первой части устройства. При этом ходовая часть с рамой тележки остается на отметке разрабатываемого яруса в подземной части, а кузов с грунтом поднимают через технологическое отверстие на поверхность. Далее таль перемещают в сторону расположения автосамосвала, где посредством системы гидравлических цилиндров, пластины дна раздвигают и грунт высыпается в кузов автосамосвала. Затем, осуществив



обратное возвращение пластин в исходное положение, перемещают кузов в обратной последовательности на ходовую часть, расположенную на отметке нижнего яруса. После этого тележка возвращается обратно также посредством системы лебедок к месту работы одноковшового экскаватора.

Предлагаемое устройство позволит обеспечить:

- непрерывную работу одноковшового экскаватора, при разработке грунта подземной части здания;
- быстрое наполнение кузова автосамосвала, снижая при этом время его нагрузки и соответственно время простоя;
- снижение выбросов вредных веществ от перемещения грунта в подземной части, в отличие от транспортировки, например, фронтальным погрузчиком или бульдозером;
- усиление оснащённости строительного потока;
- упрощение выполнения земляных работ при строительстве подземной части по технологии «top and down»;
- повсеместное применение, при осуществлении земляных работ во время реализации строительства, подземных частей зданий.

Литература

1. Черевко С. Н. Строительство парковок в стесненных городских условиях // Инженерный вестник Дона, 2013, №.3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1934
2. Гулый С. А. Строительство подземных зданий на севере - один из путей экономии тепловой энергии // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2015. – Т. 15. – №. 4. С.61-68
3. Чепелева М. С., Мотин Я. В. Опыт освоения подземного пространства при строительстве торгового комплекса в городе Курске // Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – 2014. – №. 21. С.120-123

4. Поддубный В. В. Принципы формирования проектных решений по строительству подземных гаражей и паркингов // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. – 2005. – №. 4. – С. 66-70.

5. Бурлаченко О. В., Ахмедов А. М., Бунин Д. В. Совершенствование технологии строительства многоэтажной подземной части здания // Инженерный вестник Дона, 2017, №.4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4385

6. Li M. G. et al. Case study of innovative top-down construction method with channel-type excavation // Journal of Construction Engineering and Management. – 2014. – Т. 140. – №. 5 (05014003). – pp. 1-10.

7. Lee, H. S., Lee, J. Y., and Lee, J. S. (1999). “Nonshored form work system for top-down construction.” J. Construct. Eng. Manage., 10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125:6(392), 392–399.

8. Бидов Т.Х., Коновалов В.С., Басяйкина К.С. Оптимизация процессов, связанных с производством земляных работ, при строительстве здания методом «up-down» // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2020. Вып. 5. С. 246-254.

9. Топчий Д.В., Кочурина Е.О., Залманов А.А. Технология «Top and down» // Технология и организация строительного производства. – 2016.– №1 (11). –С.7–10.

10. Гусаров В.А., Каджая Т.Г., Селяметов И.М., Колдин И.Н., пат. РФ № 2136818. Способ строительства многоэтажного подземного сооружения с одновременной разработкой котлована, заявитель и патентообладатель ООО «Финансово-промышленная корпорация «Сатори», - № 99100347/03; заявл. 20.01.1999; опубл.10.09.1999, Бюл. № 25 - 10 с.

References

1. Cherevko S. N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №. 3 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1934



2. Gulyj S. A. Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstven-nogo universiteta. Serija: Jenergetika. 2015. T. 15. №. 4. pp.61-68
3. Chepeleva M. S., Motin Ja. V. Intellektual'nyj potencial XXI veka: stupeni poznaniya. 2014. №. 21. pp.120-123
4. Poddubnyj V. V. Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Gornyj zhurnal. 2005. №. 4. pp. 66-70.
5. Burlachenko O. V., Ahmedov A. M., Bunin D. V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4385
6. Li M. G. et al. Journal of Construction Engineering and Management. 2014. T. 140. №. 5 (05014003). pp. 1-10.
7. Lee, H. S., Lee, J. Y., and Lee, J. S. J. Construct. Eng. Manage., 10.1061/(ASCE)0733-9364(1999)125:6(392), pp. 392–399
8. Bidov T.H., Konovalov V.S., Basjajkina K.S. Izvestija Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tehnicheskie nauki. 2020. Vyp. 5. pp. 246-254.
9. Topchij D.V., Kochurina E.O., Zalmanov A.A. Tehnologija Tehnologija i organizacija stroitel'nogo proizvodstva. 2016. №1 (11). pp.7–10.
10. Gusarov V.A., Kadzhaya T.G., Selyametov I.M., Koldin I.N., Pat. RF № 2136818. Sposob stroitel'stva mnogojetazhnogo podzemnogo sooruzhenija s odnovremennoj razrabotkoj kotlovana [Method for the construction of a multi-storey underground structure with the simultaneous development of a pit], заявитель и патентообладатель ООО «Финансово-промышленная корпорация «Сатори», № 9910034703; заявл. 20.01.1999; опubl.10.09.1999, Вjul. № 25. 10 pp.