

## Опыт устройства фундаментов на предварительно уплотненном грунте

*Л.К. Петренко, Н.А. Поповский, И.С. Гончаренко*  
*Донской государственной технической университет*

**Аннотация:** Рассматривается вопрос об устройстве фундаментов на предварительно уплотненном основании. Предлагаются меры по обеспечению надежности и долговечности конструкции с учетом опыта строительства в СССР. Рассматриваются меры повышения эффективности строительства.

**Ключевые слова:** организация строительства; экономика строительства, укрепление грунта, устройство фундаментов

При строительстве зданий и сооружений на лёссовых просадочных грунтах широко применяют различные способы их механического уплотнения: поверхностное трамбование, устройство подушек из уплотненного грунта, глубинное уплотнение грунтовыми сваями.

НИИ оснований и подземных сооружений разработали для этих условий строительства новый способ устройства столбчатых фундаментов в котлованах, которые создают путем трамбования просадочных грунтов [1,2] (после снятия растительного слоя). Для этого применяют тяжелые трамбовки (5—6,5 т), имеющие форму будущего котлована, которые сбрасывают с высоты 8 м с помощью крана-экскаватора по направляющей штанге. В полученный таким образом котлован глубиной до 1,5 м устанавливают сборный фундамент или укладывают бетонную смесь для монолитного фундамента с оставлением стакана для установки колонны.

В результате трамбования образуется зона уплотненного грунта с большой несущей способностью. Испытание опытных фундаментов площадью 1,3—1,6 м<sup>2</sup> показало, что после уплотнения просадочных грунтов несущая способность оснований в водонасыщенном состоянии возрастает в 3—4 раза [2], и это позволяет существенно уменьшить размеры фундаментов. Кроме того, в 1,5—3 раза сокращается объем земляных работ и отпадает

необходимость в устройстве опалубки для бетонирования монолитных фундаментов[1-3].

В 2008 г. такой способ устройства фундаментов был применен в Новосибирске на строительстве 25-ти этажного дома и двух малоэтажных каркасных зданий: детского сада и торгового центра. Для трамбования грунта там использовали трамбовки (4,5 т), имеющие форму усеченного конуса с диаметром основания 1,3 м, которые сбрасывали с высоты 7—8 м с помощью крана-экскаватора (рис.1).



Рисунок 1. Кран-экскаватор с трамбовкой на строительстве нефтеперегонного завода

В 2010 г. по такому способу были устроены столбчатые фундаменты главного корпуса нефтеперегонного завода в районе нп. Ново-Озерска (Тюмень).

До производства этих работ определяли оптимальную высоту сбрасывания трамбовки, необходимое количество ударов, глубину

уплотнения грунта, несущую способность и осадки опытного фундамента под нагрузкой.

На одной части застраиваемой территории (примерно половина площади) при планировке ее поверхности устроена насыпь (толщиной от 1 до 4,3 м) с послойной укаткой грунта, а на другой — срезка грунта (от 1 до 1,3 м) [4,5].

Исследования проводили на участках с грунтом естественного сложения (лёссовидный суглинок с влажностью 18—23%, объемной массой скелета 1,35—1,45 т/м<sup>3</sup> и степенью влажности 0,5—0,6%) и с насыпным укатанным грунтом (высота насыпи— 4,3 м, объемная масса скелета—1,5—1,6 т/м<sup>3</sup>, влажность— 18—25%).

Котлованы глубиной 1,1—1,2 м под фундаменты устраивали путем уплотнения грунта квадратной в плане трамбовкой (5,5 т) с размером по низу 1,2 x 1,2 м, которую сбрасывали с высоты 5,5 м с помощью крана-экскаватора по направляющей штанге, закрепленной на стреле крана. Глубину погружения трамбовки при устройстве опытных котлованов измеряли после каждых двух ударов. Для устройства котлованов глубиной 1,1 м трамбовку сбрасывали 18—20 раз.

Глубину уплотнения грунта в основаниях опытных котлованов (в насыпи и на срезке) определяли по пробам грунта, которые отбирали в шурфах. Плотность грунта после трамбования достигала 1,6—1,7 т/м<sup>3</sup>, а глубина зоны уплотнения — более 2 м.

Для определения несущей способности основания на участке с насыпным грунтом был испытан опытный фундамент при замачивании грунта. Замачивание грунтов начинали за три дня до испытания фундамента и продолжали в течение всего периода испытания [6-8]. Нагрузка на фундамент была доведена до 120 т/см, что соответствовало давлению по его подошве 8 кгс/см. Осадки фундаментов нарастали почти линейно. Несущая

---

способность основания не была исчерпана. Модуль сжимаемости уплотненного водонасыщенного грунта равен 210 кгс/см<sup>2</sup>.

Главный корпус завода имеет длину 102 м, ширину—60 м и сетку колонн—6 x12 м. Вертикальные нагрузки на фундаменты каркаса достигали 40—50 тс, а изгибающие моменты—12—14 т/см. Для этого корпуса было устроено по новому способу устройства фундаментов.

Грунт в основании котлована начали замачивать за 4 дня до испытания фундамента и после этого продолжали замачивание в процессе нагружения фундамента в течение 6 суток. Осадки фундаментов нарастали по линейному закону [9,10].

Модуль деформации уплотненного водонасыщенного грунта равен 270 кгс/см<sup>2</sup>. Несущая способность водонасыщенного уплотненного грунта при испытании не была исчерпана.

Вертикальные нагрузки на фундаменты колонн достигали 40—50 тс. Проектом были предусмотрены фундаменты с размерами 2x2 м и глубиной заложения 2,5 м. Применение нового способа устройства котлованов позволило уменьшить эти размеры до 1,1x1,1 м, глубину заложения — до 2,3 м. На устройство одного котлована затрачивали 15—20 мин, в том числе на трамбование — 5—7 мин. Всего по новому способу было возведено 33 монолитных фундамента. При этом было сэкономлено 319000 руб. (57% стоимости фундаментов по первоначальному проекту).

Данный способ устройства столбчатых фундаментов рекомендуется применять при величине вертикальных нагрузок на них до 80 т/с.

### Литература

1. Побегайлов О.А., Авдеев В.С. Организация дорожно-строительных работ в заболоченных районах Западной Сибири // Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4637](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4637).
-



2. Погорелов В.А., Карандина Е.В., Побегайлов О.А. Особенности технико-экономического обоснования организационно-технологического проектирования реконструкции // Инженерный вестник Дона, 2013. № 4. - URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\\_79\\_Pogorelov.pdf\\_2103.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_79_Pogorelov.pdf_2103.pdf)
  3. Петров К.С. К вопросу об организационных особенностях возведения средневековых крепостей Северо-Западной Руси XIII-XV вв. // Инженерный вестник Дона, 2016. № 3. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3711](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3711)
  4. Новикова В.Н., Николаева О.М. К вопросу о продолжительности функционирования строительной организации. Динамический аспект // Инженерный вестник Дона, 2015. № 3. - URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd\\_57\\_Novikova.pdf\\_0def28790e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf)
  5. Белоусов И.В., Шилов А.В., Меретуков З.А., Маилян Л.Д. Применение фибробетона в железобетонных конструкциях // Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421)
  6. Погорелов В.А., Петров К.С. К вопросу об организационно-технологических решениях обеспечения работы инженерно-строительных (понтонно-мостовых) частей Советской армии в годы Великой Отечественной войны // Инженерный вестник Дона, 2016. № 1. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3590](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3590)
  7. Цапко К.А. Методические основы формирования стоимостно-ориентированного портфеля заказов проектной организации дорожно-строительного комплекса // Инженерный вестник Дона, 2012. № 2. - URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012\\_2\\_27.pdf\\_769.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012_2_27.pdf_769.pdf)
  8. Шилов А.В. Инновационные методы армирования сборных конструкций из железобетона углеволокнистыми сетками // Инженерный вестник Дона, 2016. № 1. - URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3572](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3572)
  9. Kliuchnikova O.V., Pobegaylov O.A. Rationalization of strategic management principles as a tool to improve a construction company services // Procedia
-



Engineering. VOL. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016. PP. 2168-2172.

10. Pobegaylov O.A., Myasishchev G.I., Gaybarian O.E. Organization and management efficiency assessment in the aspect of linguistic communication and professional text // Procedia Engineering. VOL. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016. PP. 2173-2177.

### References

1. Pobegajlov O.A., Avdeev V.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017. № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4637](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4637)
2. Pogorelov V.A., Karandina E.V., Pobegajlov O.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2013. № 4. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/R\\_79\\_Pogorelov.pdf\\_2103.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/R_79_Pogorelov.pdf_2103.pdf)
3. Petrov K.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016. № 3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3711](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3711)
4. Novikova V.N., Nikolaeva O.M. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2015. № 3. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd\\_57\\_Novikova.pdf\\_0def28790e.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf)
5. Belousov I.V., Shilov A.V., Meretukov Z.A., Mailjan L.D. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2017. № 4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421)
6. Pogorelov V.A., Petrov K.S. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3590](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3590)
7. Тсарко К.А. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2012. № 2. URL: [ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012\\_2\\_27.pdf\\_769.pdf](http://ivdon.ru/uploads/article/pdf/2012_2_27.pdf_769.pdf)
8. Shilov A.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus). 2016. № 1. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3572](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3572)
9. Kliuchnikova O.V., Pobegaylov O.A. Procedia Engineering. VOL. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016. PP. 2168-2172.



10. Pobegaylov O.A., Myasishchev G.I., Gaybarian O.E. Procedia Engineering .  
VOL. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016" 2016.  
PP. 2173-2177..ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3572