

## Сравнение величины технологической осадки при устройстве «стены в грунте» траншейного типа и «стены в грунте» из буросекущихся свай

*А.Г. Рамазанов, Д.А. Толмачев, В.И. Самойлов*

*Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет*

**Аннотация:** Приведено сравнение величин технологической осадки при устройстве различных вариантов «стены в грунте». Выполнено численное моделирование устройства ограждения «стена в грунте» в слабых водонасыщенных глинистых грунтах в программном комплексе Plaxis 3D. По результатам выполненной работы выявлено, что при устройстве «стены в грунте» траншейного типа технологическая осадка основания фундамента здания во много раз превышает величины при устройстве «стены в грунте» из буросекущихся свай.

**Ключевые слова:** технологическая осадка, ограждение котлована, «стена в грунте», численное моделирование, Plaxis.

При плотной городской застройке и заглубленной подземной части здания в качестве ограждения котлована зачастую используют «стену в грунте» траншейного типа, так как дополнительные деформации окружающей застройки при откопке грунта котлована напрямую зависят от изгибной жесткости ограждающей конструкции. Но при этом, в ряде случаев, наибольшие вертикальные перемещения фундаментов зданий и сооружений возникают при производстве работ по самой «стене в грунте» траншейного типа, чем при откопке грунта котлована [1-3].

Поэтому в настоящее время все больше проектных организаций в подобных условиях городской застройки применяют в своих проектах ограждающую конструкции в виде «стены в грунте» из буросекущихся свай, так как изгибная жесткость этого ограждения близка к жесткости траншейной стены в грунте [4].

Технологическая осадка - дополнительные вертикальные перемещения основания фундаментов зданий и сооружений, полученные в процессе воздействия работ машин и механизмов при устройстве «нулевого цикла».

В настоящее время, в соответствии с СП 381.1325800.2018, рекомендуемое значение технологической деформации от расчетной, при устройстве ограждений по технологии «стена в грунте» траншейного типа или из буровых свай, составляет 5%-15%.

Для определения величины технологической осадки для двух вариантов «стены в грунте» выполнены численные исследования в пространственной постановке, в программном комплексе Plaxis 3D, так как моделирование в двухмерной постановке приводит к результатам с завышенными значениями деформаций [5,6].

В качестве инженерно-геологических условий площадки приняты слабые водонасыщенные глинистые грунты. Принятая модель грунта - модель грунта с упрочнением (Hardening Soil) [7]. Здание окружающей застройки имеет один подземный этаж и расположено на расстоянии 1,0 м от ограждающей конструкции.

Исходные данные для «стены в грунте» траншейного типа: ограждение длиной 16,0 м, толщиной 0,8 м и шириной захватки 2,0 м.

Стадия откопки грунта в захватке предполагает удаление грунта с заменой его на нагрузку, которая равна гидростатическому давлению глинистого раствора на стенки и дно траншеи [8,9]. Стадия бетонирования представляет из себя замену глинистого раствора на давление подвижной бетонной смеси [10]. Стадия затвердевшего бетона моделируется заданием грунту свойств бетона с помощью упруго-линейной модели.

Принципиальная последовательность устройства «стены в грунте» траншейного типа представлена на рис. 1.

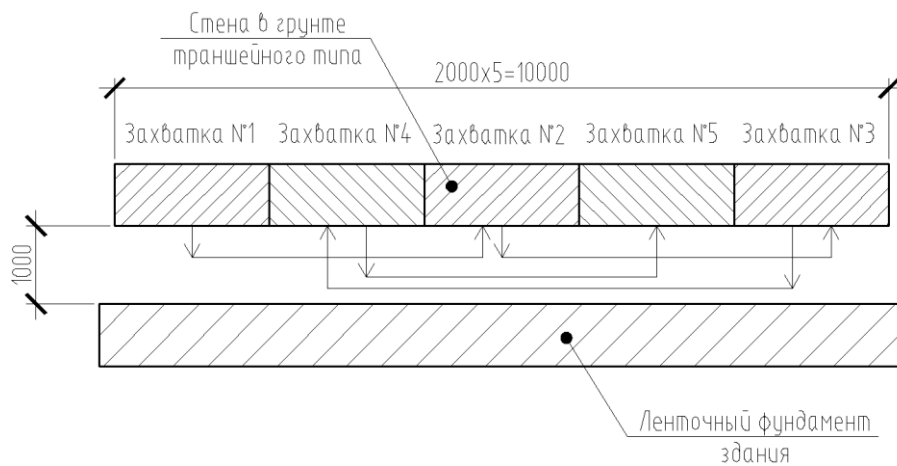


Рис. 1 Схема последовательности устройства захваток.

Изополя вертикальных перемещений основания фундамента здания представлены на рис. 2.

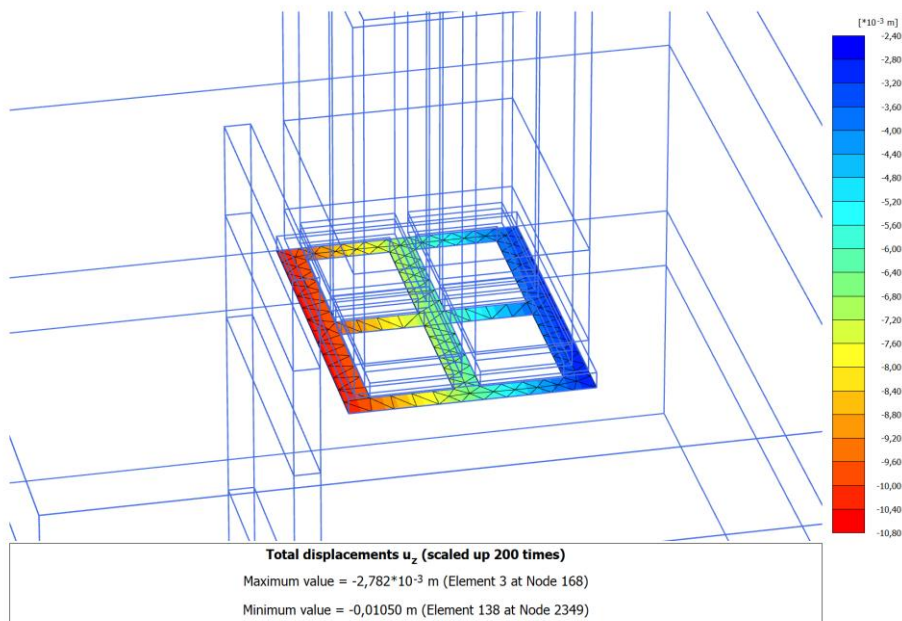


Рис. 2 Изополя максимальных вертикальных перемещений основания фундамента здания.

Исходные данные для «стены в грунте» из буросекущих свай: ограждение длиной 16,0 м, диаметр свай 0,8 м и шаг 0,6 м.

Стадия устройства скважины предполагает удаление грунта под защитой обсадных труб. Стадия бетонирования представляет из себя приложение нагрузки, равной гидростатическому давлению подвижной

бетонной смеси на стенки и дно скважины. Стадия затвердевшего бетона моделируется аналогично описанному выше при траншейной стене в грунте.

Последовательность устройства «стены в грунте» из буросекущихся свай представлена на рис. 3.

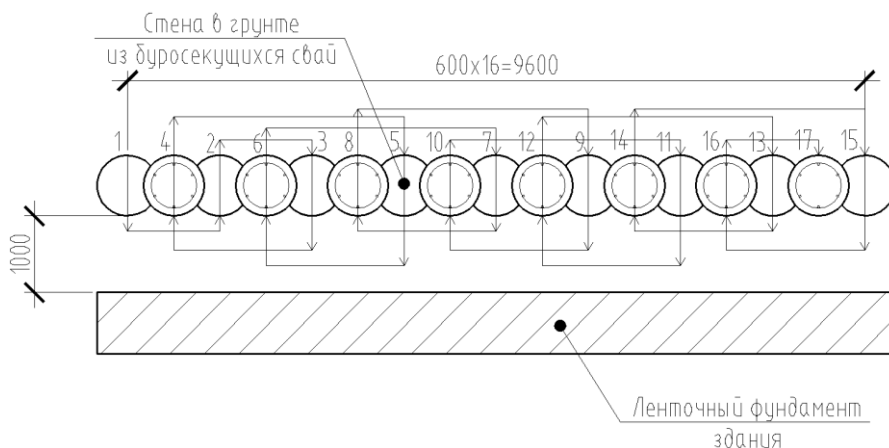


Рис. 3 Схема последовательности устройства свай.

1...15 - нумерация устраиваемых свай

Изополя вертикальных перемещений основания фундамента здания представлены на рис. 4.

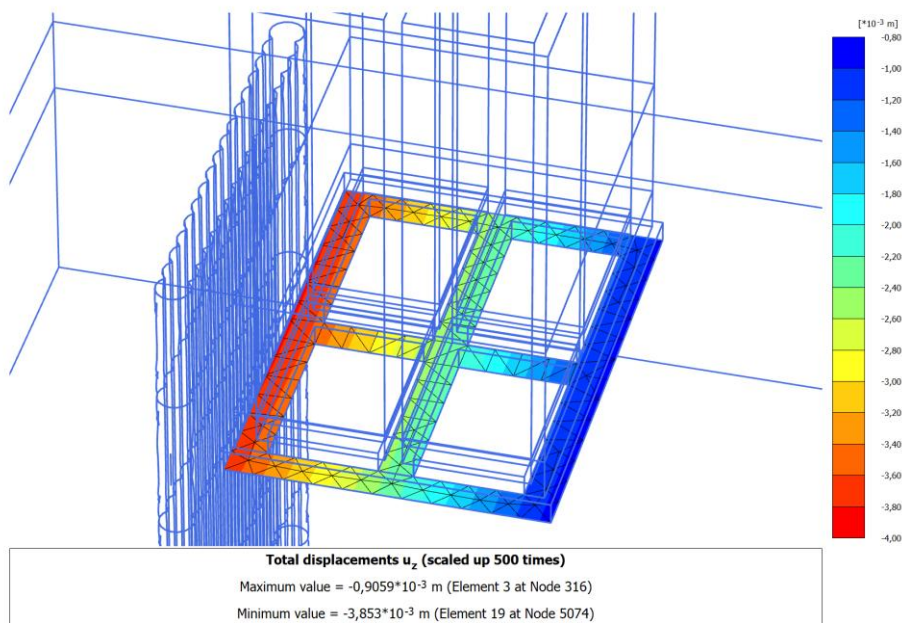


Рис. 4 Изополя максимальных вертикальных перемещений основания фундаментов здания.

Полученные путем численного моделирования максимальные величины технологической осадки основания фундамента здания, представленные на рис. 2 и 4, для удобства анализа сведены в таблицу 1.

Таблица №1

Результаты численного моделирования

Вид «стены в грунте»	Максимальная величина осадки, мм	Относительная разность осадок
Траншейного типа	10,5	0,0011
Буросекущиеся сваи	3,85	0,0004

По результатам выполненной работы сделаны следующие основные выводы:

При устройстве ограждения методом «стена в грунте» траншейного типа технологическая осадка основания фундамента здания во много раз превышает величины при устройстве «стены в грунте» из буросекущихся свай.

Для полноценной оценки величины технологической осадки необходимо учитывать разуплотнение водонасыщенного песчаного грунта в следствии выноса под пяту обсадной трубы и вибродинамические воздействия от разбуривания застывшего бетона промежуточных свай (пустышек), но на данный момент в инженерной практике недостаточно данных для учета этих факторов.

Полученные по результатам численного моделирования величины технологической осадки фундамента здания при устройстве «стены в грунте» из буросекущихся свай возможны только при производстве работ со строгим контролем техники устройства свай, а также с соответствием требованиям нормативных документов.

## Литература

1. Сапин Д.А. Дополнительные технологические осадки фундаментов зданий соседней застройки при устройстве траншейной «стены в грунте»: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.23.02. СПб., 2016. 177 с.
2. Шулятьев О.А., Минаков Д.К. Технологические осадки при устройстве стены в грунте траншейного типа // Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура. - 2017. - Т. 8, № 3. - С. 41-50. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.3.05.
3. Леушин В.Ю., Шишкин В.Я., Карабаев М.И., Конюхов Д.С. и др. Анализ деформации в окружающей застройке при сооружении глубоких котлованов в Москве // Бюллетень строительной техники (БСТ). – М.: БСТ, 2011. - №3. – С. 57-63.
4. Справочник геотехника. Основания, фундаменты и подземные сооружения: издание второе, дополненное и переработанное. Под общей ред. Ильичева В.А. и Мангушева Р.А. – М.: Издательство АСВ, 2016. – 1040 с.
5. Мангушев Р.А., Дьяконов И.П., Полуниин В.М. Численные расчеты в геотехнической практике. (Опыт применения конечно-элементного программного комплекса «ПЛАКСИС»): учеб.-практич. пособие / Под ред. чл.-корр. РААСН, д-ра техн. наук, проф. Мангушева Р.А. – М. Издательство АСВ, 2022. – 316 с.
6. Gourvenec S.M., Powrie W. Three-dimensional finite-element analysis of diaphragm wall installation // Geotechnique 49. – 1999. – № 6. – pp. 801–823.
7. Мангушев Р.А., Веселов А.А., Конюшков В.В., Сапин Д.А. Численное моделирование технологической осадки соседних зданий при устройстве траншейной «стены в грунте» // Вестник гражданских инженеров. – 2012. – № 5 (34). – С. 87–98.

8. Young, Stephen T.M. and James W.C. Deep basement construction through an existing basement at the central business district of Hong Kong // Proceedings of the Firth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. 2004. URL: [scholarsmine.mst.edu/icchge/5icchge/session05/9](http://scholarsmine.mst.edu/icchge/5icchge/session05/9).

9. de Wit J.C.W.M., Roelands J.C.S., de Kant M. Full scale test on environmental impact of diaphragm wall trench installation in Amsterdam // International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction on Soft Ground. 2000. pp. 723-730.

10. Сапин Д.А. Осадки фундаментов зданий соседней застройки при устройстве траншейной «стены в грунте» // Жилищное строительство. – 2015. – № 4. – С. 8–13.

### References

1. Sapin D.A. Dopolnitel'nyye tekhnologicheskiye osadki fundamentov zdaniy sosedney zastroyki pri ustroystve transheyroy «steny v grunte» [Additional technological settlement of the foundations of neighboring buildings during the construction of diaphragm wall]: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk: 05.23.02. SPb., 2016. 177 p.

2. Shulyat'yev O.A., Minakov D.K. Vestnik PNIPU. Stroitel'stvo i arkhitektura. 2017. T. 8, № 3. pp. 41-50. DOI: 10.15593/2224-9826/2017.3.05.

3. Leushin V.YU., Shishkin V.YA., Karabayev M.I., Konyukhov D.S. i dr. Byulleten' stroitel'noy tekhniki (BST). M.: BST, 2011. №3. pp. 57-63.

4. Spravochnik geotekhnika. Osnovaniya, fundamenti i podzemnyye sooruzheniya [Geotechnical Engineering Handbook. Grounds, foundations and underground structures]: izdaniye vtoroye, dopolnennoye i pererabotannoye. Pod obshchey red. Il'icheva V.A. i Mangusheva R.A. M.: Izdatel'stvo ASV, 2016. 1040 p.





5. Mangushev R.A., D'yakonov I.P., Polunin V.M. Chislennyye raschety v geotekhnicheskoy praktike. (Opyt primeneniya konechno-elementnogo programmnoy kompleksa «PLAKSIS») [Numerical calculations in geotechnical practice. (Experience of application of finite element program complex "PLAXIS")]: ucheb.-praktich. posobiye. Pod red. chl.-korr. RAASN, d-ra tekhn. nauk, prof. Mangusheva R.A. M. Izdatel'stvo ACB, 2022. 316 p.
6. Gourvenec S.M., Powrie W. Geotechnique 49. 1999. № 6. pp. 801–823.
7. Mangushev R.A., Veselov A.A., Konyushkov V.V., Sapin D.A. Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. 2012. № 5 (34). pp. 87–98.
8. Young, Stephen T.M. and James W.C. Proceedings of the Firth International Conference on Case Histories in Geotechnical Engineering. 2004. URL: [scholarsmine.mst.edu/icchge/5icchge/session05/9](http://scholarsmine.mst.edu/icchge/5icchge/session05/9).
9. de Wit J.C.W.M., Roelands J.C.S., de Kant M. International Symposium on Geotechnical Aspects of Underground Construction on Soft Ground. 2000. pp. 723-730.
10. Sapin D.A. Zhilishchnoye stroitel'stvo. 2015. № 4. pp. 8–13.