

Закрепление слабых водонасыщенных грунтов на примере жилого дома в г. Таганрог

В.А. Железняков

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В данной статье рассмотрена проблема закрепления насыпных и слабых грунтов, выравнивание деформационных свойств грунтов при их водонасыщении. Была описана технология инъектирования закрепляющего цементно-песчаного раствора, затворённого раствором жидкого стекла, на примере закрепления основания под фундаментом жилого дома, строящегося в пойменной зоне Таганрогского залива по улице Крюйса.

Ключевые слова: структурно-неустойчивый грунт, гидрогеологический риск, пойменная зона, закрепление оснований, цементация, жидкое стекло, цементно-песчаный раствор, фундаментная плита, деформация, грунтовые воды.

Город Таганрог находится на берегу Азовского моря (юго-запад Ростовской области). Так как исторический центр города Таганрога плотно застроен, возникла необходимость осваивать территорию пойменной зоны моря. На грунтовые условия Таганрога существенное влияние оказывает близость моря [1]. Эта территория подвержена подтоплению, что приводит к снижению безопасности проживания людей. Так формируется геологический риск городских территорий. Геологический риск оценивается возможными социальными и экономическими потерями на территории и выражается в снижении устойчивости инфраструктуры и безопасности проживания людей. Устойчивость - стабильность функционирования и долговечность жилой застройки, транспортных магистралей, инженерных сетей и других объектов народного хозяйства[2]. Развитие территорий без учета геологического риска может привести к преждевременному выходу из эксплуатации зданий, сооружений, инженерных сетей, частичной или полной утрате исторических памятников, рекреационных зон и т.д. В ряде случаев это может ухудшить комфортность проживания людей и создать угрозу для жизни [3].

В качестве примера подобной прибрежной застройки рассмотрим строительство многоквартирного трехэтажного жилого дома по ул. им. Адмирала Крюйса, 23. Скважинами, пробуренными до глубины 20,0 м, подземная вода вскрыта на глубинах от 1,9 до 3,0 м. Это может послужить причиной подтопления территории в результате нарушения динамики движения подземных вод. При обводнении грунтов происходит их деградация. Выражается это в изменении состава, структуры и физико-механических свойств грунтов в худшую сторону [4].

Инженерно-геологические условия площадки:

- РГЭ-1 (tQIV) от 0,0 м до 0,6-1,9 м. Намывной: песок полевошпатов кварцевый мелкий, средней плотности, малой степени водонасыщения, однородный.
- РГЭ-2 (tQIV) от 0,6-1,9 м до 2,3-5,5 м. Насыпной: суглинок тяжелый пылеватый, полутвердый, непросадочный, незасоленный, ненабухающий.
- РГЭ-3 (tQIII) от 1,0-5,5 м до 2,8-8,2 м. Супесь песчанистая, пластичная, непросадочная, незасоленная, ненабухающая.
- РГЭ-4 (aQ-N) от 2,8-6,4 м до 5,5-10,0 м. Песок полевошпатов кварцевый мелкий, средней плотности, однородный, незасоленный, водонасыщенный.
- РГЭ-5 (aQIII) от 5,5-10,0 м до 11,8-15,4 м. Суглинок тяжелый песчанистый, тугопластичный, ненабухающий, непросадочный.
- РГЭ-6 (aQIII) от 11,8-15,4 м до 16,4-18,3 м. Песок полевошпатов кварцевый мелкий, средней плотности, однородный, незасоленный, водонасыщенный, с частыми прослоями суглинка и супеси.
- РГЭ-7 (aQIII) от 16,4-18,3 м до 20,0 м. Песок полевошпатов кварцевый мелкий, средней плотности, однородный, незасоленный, водонасыщенный, с включением битой ракушки.

Содержание сульфатов в грунтовых водах составляет 1555 мг/л и является сильноагрессивным к портландцементу.

Непосредственно под подошвой фундамента возводимого здания залегает намывной песок РГЭ-1, подстилаемый насыпными и слабыми супесями и суглинками. Напластование грунтов неоднородное.

Для улучшения свойств грунтов было принято решение произвести закрепление насыпных и слабых грунтов, выравнивание деформационных свойств грунтов, цементирование песчаных грунтов в сжимаемой зоне фундаментов[5-7].

В качестве рабочего раствора для закрепления грунтов принят цементно-песчаный раствор на сульфатостойком портландцементе ССПЦ 500 ГОСТ 22266-94 с соотношением В/Ц=0,5, П/Ц=2.

С целью уменьшения расслаиваемости и увеличения удобоукладываемости раствора в него вводится суперпластифицирующая добавка в количестве 0,3% от массы цемента [8-10]. Рабочий цементно-песчаный раствор затворяется раствором жидкого стекла с плотностью 1,03 т/м³ и с силикатным модулем - 2,8-3. Расходы закрепляющих растворов представлены в таблице № 1.

Таблица № 1

Расходы закрепляющих растворов

	Раствор, м ³	Цемент, т	Песок, т (м ³)	Добавка, кг	Вода, м ³	Жидкое стекло плотностью 1,4 г/см ³ , т
Расход на п.м.	0,20	0,104	0,208 (0,16)	0,30	0,046	0,009
Расход на объект	439,0	228,28	456,56 (351,20)	658,50	100,970	19,755

Закрепление грунтов основания принято в виде сплошного закрепления под плитным фундаментом строящегося здания на глубину от 3,5 до 8,5 м ниже подошвы фундамента. Разрез с посадкой здания и конструктивные особенности закрепления представлены на рис. 1.

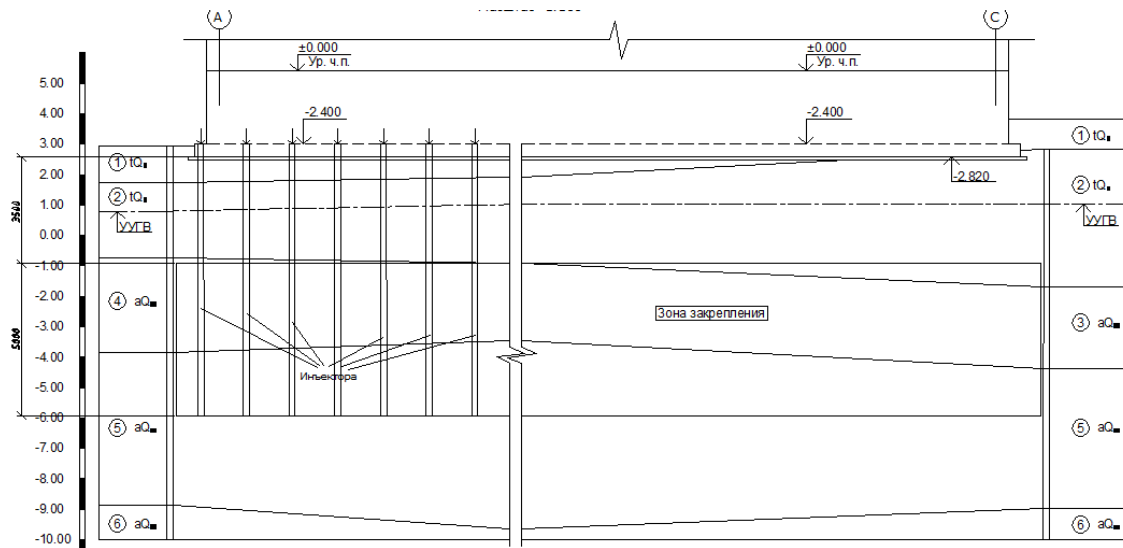


Рис. 1 – Конструктивные особенности закрепления основания фундаментов

При выполнении работ по закреплению грунтов цементацией производится нагнетание цементно-песчаного раствора в грунт под давлением до $5-7 \text{ кгс/см}^2$, что приводит к уплотнению и армированию грунтов, повышению их модуля общей деформации и расчетного сопротивления.

К выполнению работ по закреплению грунтов разрешается приступить после возведения 2-х этажей основных строительных конструкций здания, обеспечивающих достаточный пригруз.

Закачку раствора производить через забивные иньекторы. Забивка иньекторов производится через отверстия в фундаментной плите, устроенных при её возведении, что показано на рис. 2.

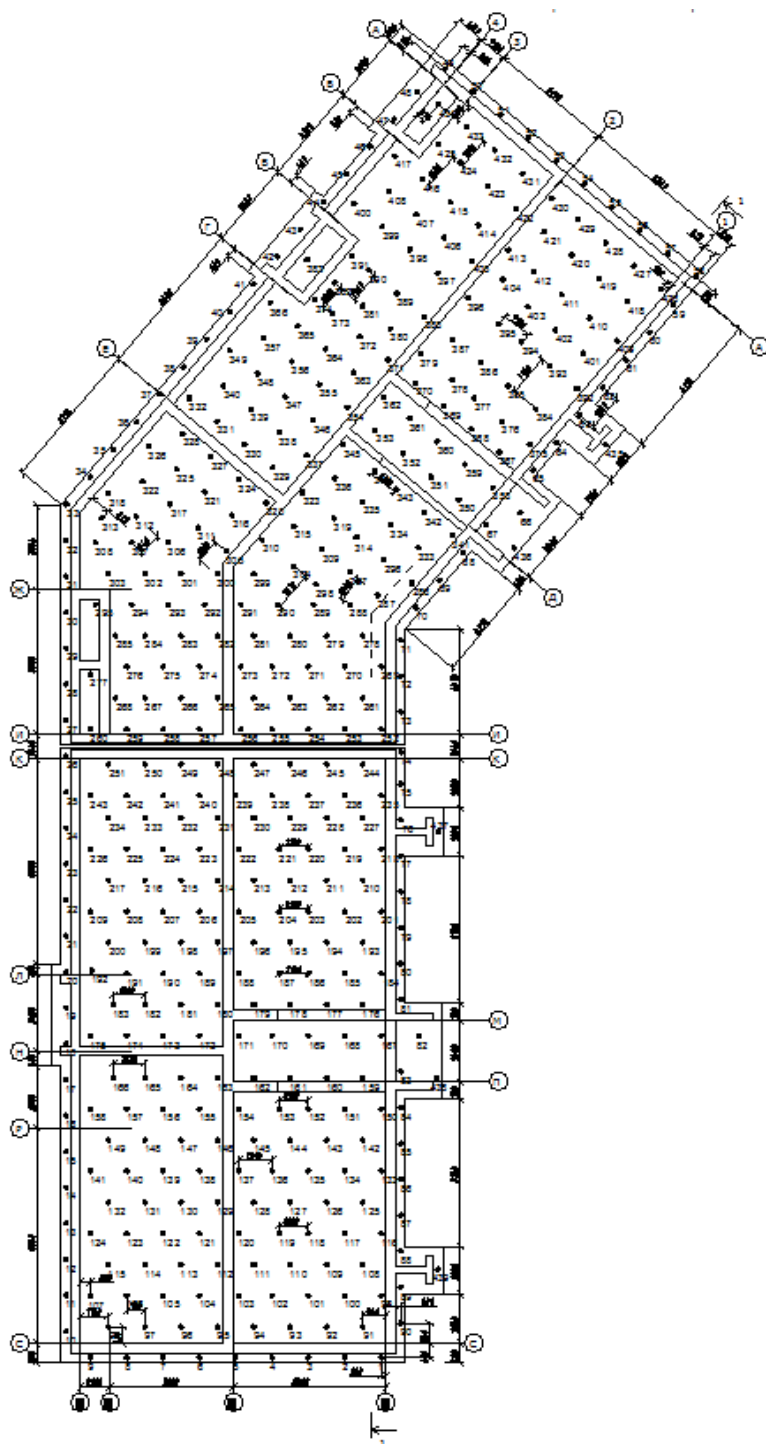


Рис. 2 – Схема расположения инъекций на плане фундаментной плиты

Чтобы не спровоцировать деформации здания в процессе работ, закрепление необходимо выполнять локальными пятнами (через 3-4 точки), возвращаясь к промежуточным пропущенным пятнам через 2 суток.

Выбранный подход оправдал себя, так как традиционным методом цементации закрепить невозможно. Из-за расположения объекта строительства в пойме Таганрогского залива вся масса воды стремится стекать со склона в акваторию, таким образом, создавая там сильное течение. При таких течениях, сколько бы цемента не закачивали, он вымывался бы потоком воды, не успевая «схватиться». Именно поэтому было принято решение закачивать цементный раствор вместе с «жидким стеклом». «Жидкое стекло» при контакте с влагой почти сразу выпадает в хлопья, «каменеет» и даёт время цементу схватиться. Работать с ним очень тяжело.

Литература

1. Прокопов А.Ю., Акопян В.Ф., Гаптлисламова К.Н. Изучение напряженно-деформированного состояния грунтового массива и взаимного влияния подземных конструкций существующих и вновь возводимых сооружений в береговой зоне морского порта Тамань // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2104.
2. Шеина С.Г. и др. Мониторинг опасных геологических процессов на территории города Таганрога: монография // Ростов-на-Дону: Ростовский гос. строит. ун-т, 2008, С. 122-125
3. Тимошенко М.С. Эколого-экономические аспекты управления факторами экологического риска в условиях городской застройки// Инженерный вестник Дона, 2012. №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1414
4. Костерин Э.М. Основания и фундаменты. М.: Высшая школа, 1978, с.164-169, рис.7.22; 7.25.
5. Штоль Т.М., Теличенко В.И., Феклин В.И. Технология возведения подземной части зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1990, с.172-176.

6. Приходченко О.Е., Таржиманов М.А., Таржиманов Э.А., Сычев И.В. Опыт применения метода цементации при закреплении мягко-пластичных грунтов в г. Ростове-на-Дону // Научное обозрение. 2014. №9. Ч.3. С. 746-750.

7. Фиговский О.Л., Кудрявцев П.Г. Жидкое стекло и водные растворы силикатов, как перспективная основа технологических процессов получения новых нанокomпозиционных материалов // Инженерный вестник Дона, 2014, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2448.

8. Schaffler H. Druckfestigkeit von dampfgehärteter Gasbeton nach verschidener lagerung // Lightweight Concrete. RILEM, Göteborg, 1961, pp. 62-78.

9. Малинин, А. Г. Струйная цементация грунтов– М.: ОАО «Издательство «Стройиздат», 2010. – 112-114 с

10. Wang A., Ma L., Zhang D., Li K., Zhang Y., Yi X., Wang Z. Soil and water conservation in mining area based on ground surface subsidence control: Development of a high-water swelling material and its application in backfilling mining // Environmental Earth Sciences. 2016. V. 75. № 9.

References

1. Prokopov A.Yu., Akopyan V.F., Gaptlislamova K.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2104

2. Sheina C.G. i dr. Monitoring opasnyh geologicheskikh processov na territorii goroda Taganroga: monografiya [Monitoring of hazardous geological processes on the territory of the city of Taganrog: monograph]. Rostov-na-Donu: Rostovskij gos. stroit. un-t, 2008, pp. 122-125.

3. Timoshenko M.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4. URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1414



4. Kosterin E.M. Osnovaniya i fundamenty [Grounds and foundations]. M.: Vysshaya shkola, 1978, pp.164-169, pic.7.22; 7.25.
5. Shtol' T.M., Telichenko V.I., Feklin V.I. Tekhnologiya vozvedeniya podzemnoj chasti zdaniy i sooruzhenij. [Technology of construction of the underground part of buildings and structures]. M.: Strojizdat 1990, pp.172-176.
6. Prihodchenko O.E., Tarzhimanov M.A., Tarzhimanov Je.A., Sychev I.V. Nauchnoe obozrenie. 2014. №9. Part. 3. pp. 746- 750.
7. Figovskij O.L., Kudryavcev P.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2014, № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2014/2448
8. Schaffler H. Lightweight Concrete. RILEM, Gothenburg, 1961, Pp. 62-78.
9. Malinin, A. G. Strujnaya cementaciya gruntov [Jet cementation of soils]. M.: OAO «Izdatel'stvo «Strojizdat», 2010. pp.112-114
10. Wang A., Ma L., Zhang D., Li K., Zhang Y., Yi X., Wang Z. Environmental Earth Sciences. 2016. V. 75. №9.