

УСТРАНЕНИЕ ПРОСАДОЧНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ ПУТЁМ УСТРОЙСТВА ГРУНТОВЫХ СВАЙ, ВЫПОЛНЕННЫХ С ПОМОЩЬЮ ВИБРОПОГРУЖАТЕЛЯ

Александру РЫШКОВОЙ

Старший преподаватель, Технический Университет Молдовы,

Email: alexandru.rascovoi@tc.utm.md

***Abstract:** The article presents the results of a study on the elimination of the subsidence properties of type II soils. For the first time in Chisinau municipality, the elimination of the subsidence properties of soils is achieved by the depth compacting method, based on the execution of vibropressing ground piles. New data that characterizes the physical and resistance properties of subsidence compacted soils have been obtained. Similarly, for the first time in Moldova, the effect of deep compacting on the microstructure of subsidence soils is estimated by the SEM decoding method. It is substantiated the possibility of eliminating the subsidence properties of type II soils by executing the vibropressing ground piles using the RG installation.*

***Ключевые слова:** просадка, устранение просадочности, вибропогружатель, микроструктура.*

ВВЕДЕНИЕ

Анализ состояния объектов, возведенных на просадочных грунтах, свидетельствует, что просадочные явления по-прежнему следует относить к опасным геологическим процессам, затрудняющим строительство, в том числе и на территории Республики Молдова и приводящим к резкому удорожанию работ нулевого цикла и объекта строительства [5].

Недостаточный учет просадочных явлений и возможности резкого ухудшения физико-механических характеристик просадочных грунтов при замачивании неизбежно приводит к дополнительным деформациям основания, фундаментов и, как следствие, может серьезно изменить работу несущих конструкций надземной части здания [4].

На территории Молдовы просадочные грунты распространены практически повсеместно. Это вынуждает проектировщиков использовать под застройку участки, сложенные просадочными грунтами II-го типа. Такое положение особенно актуально для муниципия Кишинэу и южных районов республики, где мощность просадочной толщи может достигать 30 и более метров [1].

В данных условиях разработку новых надежных и эффективных методов по устранению просадочных свойств грунта следует отнести к актуальной задаче.

Анализ литературных источников показал, что несмотря на значительное число научных работ, исследующих тематику просадочных грунтов, количество публикаций по исследованию уплотненных просадочных грунтов ограничено.

Отмечен и недостаток сведений по разработке новых методов устранения просадочных свойств грунтов. Это является дополнительным подтверждением актуальности разработки новых методов устранения просадки, особенно в условиях плотной застройки.

Сказанное выше послужило основой для выбора задач исследования:

1. Изучить влияние уплотнения, проведенного с помощью вибропогружателя RG-установки на прочностные, деформационные и просадочные характеристики исследуемых грунтов;
2. Изучить микроструктуру просадочных грунтов и ее возможное изменение после устройства грунтовых свай;
3. Обосновать возможность устранения просадки основания путем устройства грунтовых свай, выполненных с помощью вибропогружателя RG-установки.

МЕТОДЫ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БАЗА ИССЛЕДОВАНИЯ

В процессе выполнения работы были использованы полевые и лабораторные способы исследования, которые проводились при личном участии автора. Базовые основы теоретических исследований составили труды отечественных и зарубежных ученых.

Исследования выполнялись на двух участках, расположенных в мун. Кишинэу:

- участок 1: строительство жилого комплекса по ул. Тестемицану;
- участок 2: строительство 12-ти этажного жилого дома по бул. Троян.

На каждом из участков были проведены полевые исследования, которые предусматривали: проходку буровых скважин; изготовление грунтовых свай; отбор образцов пород из тела ствола свай и околосвайного массива грунта.

Физико-механические свойства и просадочность изучались в лаборатории компании “Ingeotehgrup” по стандартным методам.

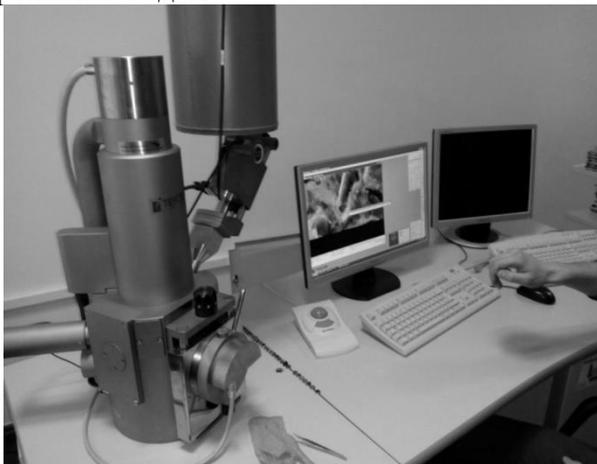


Рис. 1. Исследование микроструктуры с применением РЭМ

Изучение микроструктуры просадочных и уплотненных грунтов осуществлялось с применением РЭМ VEGA TS 5130, уникальность которого позволяет получить информацию, в том числе о природе грунта, его сложении, составе и т.д. (рис. 1). Подготовка образцов грунта к электронно-микроскопическим исследованиям и последующее изучение выполнялись в лаборатории Национального центра исследований и тестирования материалов при Техническом Университете Молдовы.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ, ДИСКУССИЯ

Технология устранения просадочных грунтов с помощью устройства грунтовых скважин не нова [2]. В предлагаемом автором методе пробивка скважин осуществляется вибрирующей каплей под большим давлением, передающимся на грунт.

Метод позволяет до минимума снизить вибрационное воздействие, особенно заметное при „обычной” пробивке скважин, что дает возможность использовать его при строительстве вблизи с существующими зданиями и сооружениями.

Таблица 1: Сравнение физических показателей грунтов

Тип грунта	Число пластичности I_p , дол. ед.	Показатель текучести I_L , дол. ед.	Плотность грунта ρ , г/см ³	Влажность W , %	Плотность сухого грунта ρ_d , г/см ³
Суглинок в условиях естественного залегания	12	< 0	1,57	12,0	1,39
Суглинок после уплотнения	8 – 12	< 0	1,88 – 2,09	8,0 – 12,0	1,61 – 1,91

Для исследования уплотненных просадочных грунтов рядом с устроенными грунтовыми сваями были пробурены скважины и отобраны монолиты грунта для последующего изучения в лаборатории.

Образцы были отобраны из тела ствола сваи, а также из скважин, пробуренных на заданных расстояниях от ее центра.

Проведенные исследования позволили получить новые данные физических и физико-механических свойств лессовых грунтов в уплотненном состоянии.

В таблице 1 и 2 приведены результаты лабораторных исследований грунтов, после уплотнения, которые сравнивались со средними значениями соответствующих характеристик, определенных в естественных условиях.

Таблица 2: Сравнение механических показателей грунтов

Тип грунта	Относительная просадочность $\epsilon_{\sigma\lambda}$, дол. ед. ($P = \sigma_{zg}$)	Начальное просадочное давление P_{sl} , кПа	Модуль деформации E , МПа	Угол внутреннего трения φ , град.	Общее сцепление c_w , кПа
Суглинок в условиях естественного залегания	0,002 – 0,04	22 - 212	9	18	16
Суглинок после уплотнения	–	–	18 – 41	19 – 31	47 – 87

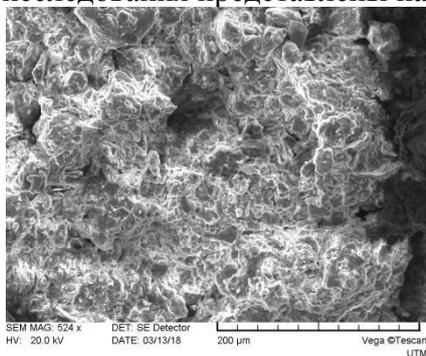
Сравнительный анализ показал, что после уплотнения грунты по глубине ствола сваи в значительной степени улучшили характеристики физико-механических свойств:

- плотность сухого грунта увеличилась в $1,2 \div 1,4$ раза;
- модуль деформации – в $2 \div 4,5$;
- угол внутреннего трения – в $1,1 \div 1,7$;
- общее сцепление – в $2,9 \div 5,4$;
- просадочные свойства грунтов исчезли полностью.

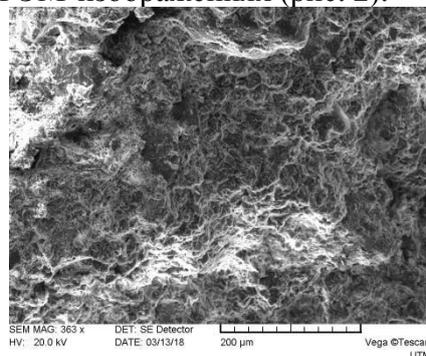
Проведенные эксперименты убедительно свидетельствуют, что уплотненный грунт в стволе сваи обладает существенно повышенными значениями физико-механических характеристик.

Для решения вопроса о ликвидации просадочных свойств вокруг сваи и определения размеров уплотненной зоны были проведены исследования по изучению микроструктуры просадочных и уплотненных грунтов.

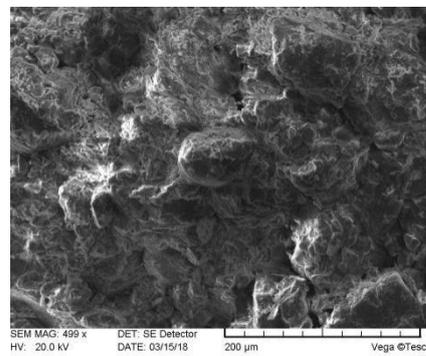
Микроструктурные особенности оценивались для образцов ствола сваи, а также отобранных на расстоянии 40, 60 и 80 см от ее наружной границы. Результаты проведенного исследования представлены на РЭМ-изображениях (рис. 2).



а)



б)



в)

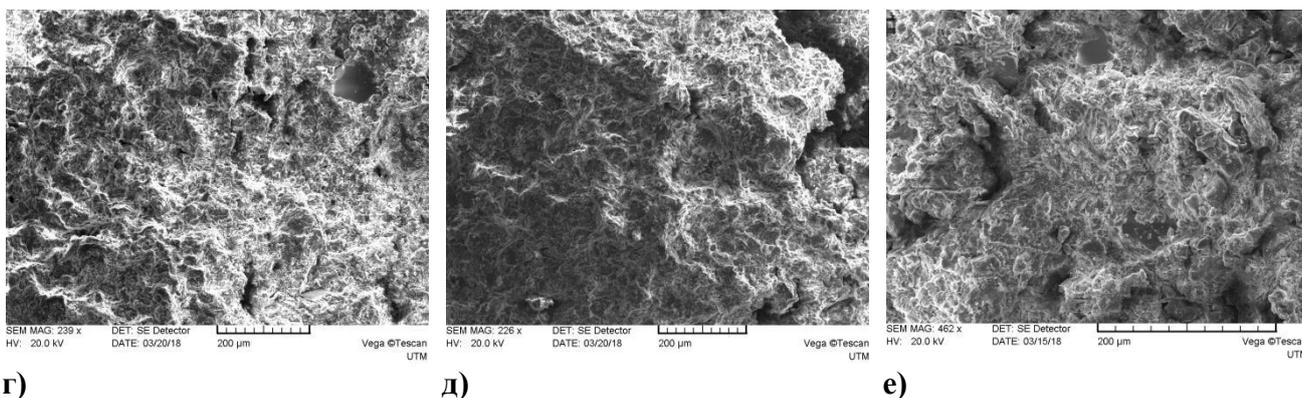


Рис. 2 Микроструктура исследуемого просадочного грунта

а) – в условиях природного залегания (до изготовления свай); б) ÷ е) – уплотненного грунта (после изготовления свай) отобранного, соответственно, из ствола сваи (б) и на расстояниях: 20 см от центра сваи (в); 40, 60 и 80 см от ствола сваи (г, д, е).

Проведенные исследования показали, что микроструктура пород оказалась чутким индикатором преобразований, которые произошли с просадочным грунтом в процессе устройства грунтовых свай, выполненных с помощью вибропогружателя.

При устройстве грунтовой сваи происходят техногенные преобразования, обуславливающие формирование новой видоизмененной микроструктуры, во многом отличной от исходной [3,6].

Исследования позволили выявить изменение структуры просадочного грунта от матричного (на расстоянии до 40 см) до скелетного (более 80 см) типа с переходной зоной на расстоянии 40÷80 см.

ВЫВОДЫ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Результаты проведенного исследования не оставляют сомнения, что:

1. Для устранения просадочных свойств грунтов при строительстве на площадках II типа условий по просадочности может быть использован метод глубинного уплотнения, основанный на применении RG установки;
2. Грунты ствола сваи и околосвайного массива обладают надежными характеристиками прочностных и деформационных свойств, в разы превосходящими эти значения для грунтов в естественном залегании;
3. При изготовлении грунтовых свай в массиве происходят изменения, вызванные, с одной стороны, наличием самой грунтовой сваи, с другой – уплотнением окружающих сваю грунтов природного сложения. Свойства таких техногенных глинистых пород будут определяться их микроструктурой.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолов А.Н. Инженерно-геологическая характеристика лессовых пород междуречья Прут-Днестр / А.Н. Богомолов, Ю.И. Олянский, С.И. Шиян, Т.М. Тихонова, О.В. Киселева // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Сер.: Строительство и архитектура. – 2011. – Вып. 24(43). – с. 33-45.
2. Диденкул А.С., Куку О.С. Специальные технологии в строительстве. – Кишинэу, ТУМ, 2013. – 187с.
3. Карелина И.В., Гумиров М.А., Швецов Г.И. Компьютерная обработка РЭМ-изображений микроструктуры лессовых грунтов // Ресурсо- и энергосбережение как мотивация творчества в архитектурно-строительном процессе. Труды годичного собрания РААСН 2003. / Ред. Кол.: В.М. Бондаренко (отв. Ред.) И др. – Казань: Изд-во КГАСА, 2003. – С. 487-489.
4. Кузнецова С.В. Просадочные и послепросадочные деформации лессовых оснований при фильтрации воды / С.В. Кузнецова, Ю.Л. Беляева, О.Г. Бражников, О. В.

Киселева и др. // Интернет-вестник Волг ГАСУ. Сер.: Политематическая, 2013. Вып. 1(25).
www.vestnik.vgasu.ru. – 7с.

5. Олянский Ю.И. Закономерности развития процессов набухания и просадки неоген-четвертичных глинистых пород юго-запада русской платформы. Автореферат дис. докт. геолого-минералогических наук. – Санкт-Петербург, 2004. – 47 с.

6. Осипов В.И., Соколов В.Н., Румянцева Н.А. Микроструктура глинистых пород / Под ред. Е.М. Сергеева. - М.: Недра, 1989.