

УДК 624.131

Рышковой А.Д.¹

К вопросу о глубинном уплотнении просадочных грунтов II типа

Abstract

On the construction site, the study of loessoid soil characteristics, which were subjected to compacting and stabilization by means of vibropressed soil pilots produced by the RG-type machine, "RTG RAMMTECHNIC GmbH", has been carried out. After the analysis, it was established that the construction of the vibropressed soil pilots, produces changes in the structure of the soil around them at a distance equal to pilot diameter. It is proposed to use the specified machine in order to reduce soil compaction properties.

Key words: loess soil, soil compacting, compacted soil characteristics.

Rezumat

Pe șantierul de construcție a fost realizat studiul caracteristicilor pământurilor loesoid, supuse compactării și stabilizării acestora prin metoda piloților din pământ realizate cu ajutorul utilajului de tip RG firmei "RTG RAMMTECHNIC GmbH". În urma analizei s-a stabilit că la realizarea piloților din pământ se produce modificarea structurii pământului în jurul acestora la o distanța egală cu diametrul lor. Se propune utilizarea utilajului menționat cu scopul reducerii proprietăților de tasare a pământurilor.

Cuvinte cheie: pământuri loesoid, tasarea pământurilor, caracteristicile pământului compactat.

Резюме

На строительной площадке выполнены исследования лессовых пород после их уплотнения, проведенного с помощью изготовления грунтовых свай с применением установки RG компании "RTG RAMMTECHNIC GmbH". Установлено, что при изготовлении свай происходит преобразование структуры грунта, расположенного на расстоянии от ствола сваи равном её диаметру. Предлагается использовать установку RG для устранения просадочных свойств.

Ключевые слова: лессовые породы, просадочность, характеристики уплотненного грунта.

Введение

Одной из задач геотехники является разработка методов управления инженерно-геоогическими процессами. Своевременные оценка и прогноз развития опасных геологических процессов во многом определяют их влияние на эксплуатацию зданий и сооружений и окружающую среду [1,2].

Техногенные факторы активизируют природные геологические процессы, в результате которых могут измениться условия работы оснований и фундаментов, возникнуть недопустимые деформации, весьма негативно влияющие на характер взаимодействия надземной части с фундаментом и основанием.

¹ Технический Университет Молдовы

В условиях Молдовы просадочные явления следует отнести к одним из наиболее значительных и чувствительных факторов, изменяющим условия эксплуатации сооружений [3]. Вследствие особенностей формирования лессовые породы приобрели ряд специфических свойств, к которым, в первую очередь, следует отнести способность резко изменять прочностные и деформационные показатели при изменении влажностного режима [4]. Как следствие возможно проявление эрозионных процессов, суффозионных, оползневых, просадочных. В строительной практике Молдовы известны многие случаи нарушения “нормальных” условий работы основания, возникшие по причине замачивания просадочных пород. Это означает, что даже соблюдение при проектировании требований нормативных документов [5] не всегда обеспечивает надёжную эксплуатационную пригодность сооружений, возведённых на просадочных грунтах.

Связывается данное обстоятельство, с одной стороны – с нераскрытой до конца природой просадочных свойств грунта [6]; с другой стороны – с выбором характеристик прочности и деформативности уплотнённого грунта.

Прочностные, деформационные и фильтрационные свойства просадочных грунтов Молдовы в условиях естественного залегания изучены достаточно подробно и отражены в работах Богдевича О.П., Гончарова В.С., Костика Г.Е., Монюшко А.М., Олянского Ю.И. и др.

В тоже время, исследования свойств просадочных уплотнённых (видоизменённых) грунтов в республике практически не проводились. В настоящей работе нашли отражение результаты исследований, выполненных на одной из строительных площадок в мун. Кишинэу, сектор Ботаника.

Исследования проводились с целью изучения возможного изменения физико-механических свойств природных грунтов в результате их уплотнения с помощью установки RG компании “RTG RAMMTECHNIC GmbH”.

Краткая характеристика инженерно-геологических условий площадки строительства

В геоморфологическом отношении площадка строительства приурочена к одной из верхних надпойменных террас правого склона р. Бык. Абсолютные отметки поверхности колеблются в пределах 170,10÷172,80 м.

В геологическом строении принимают участие отложения четвертичного возраста, представленные аллювиально-делювиальными суглинками, супесями, аллювиальными песками, подстилающими супесями и глинами неогенного возраста. Описание одной из колонок приведено в таблице 1.

Особенностями геологического строения площадки являются: 1) неоднородность просадочной толщи, проявляющаяся в резком изменении физических свойств грунтов 2) наличие прослоев песка 3) чередование рыхлых и трещиноватых грунтов с более плотными грунтами 4) незакономерное залегание по глубине и простирацию песков.

По результатам компрессионных испытаний суглинки и супеси до глубины 14,4÷16,3 м обладают просадочными свойствами. Общая мощность просадочной толщи изменяется от 13,5 до 15,1 м. Начальное просадочное давление по глубине изменяется незакономерно – от 22 до 212 кПа. Суммарная величина максимальной просадки от собственного веса при полном водонасыщении грунта достигает 39,6 см; тип грунтовых условий по просадочности – второй.

Таблица 1

Геологическая колонка (скв. 1т)

Отметка устья, м – 172,60

Глубина, м – 31,0

Способ бурения: ударно канатный, с 25,5м - вращательный

Диаметр, м – 127

Появившийся уровень подземных вод, м – 26,5

Крепление, м - нет

Установившийся уровень подземных вод, м - 26,5

Дата проходки: 08.2015

№ слоя	Геологический индекс	Литологическое описание пород	Глубина залегания слоя, м		Мощность слоя, м	Отметка подошвы слоя, м
			от	до		
1	tQIV	Насыпной грунт (почва с гнёздами щебня, песок с примесью строительного и бытового мусора);	0,0	1,2	1,2	171,40
1a		Почвенно-растительный грунт;	1,2	1,6	0,4	171,00
2	adQIV	Суглинок темно-бурый, с гnezдами почвы, с 2,0 м желтый, с 3,0 м темно-желтый, твердый, маркопористый;	1,6	5,2	3,6	167,40
3		Супесь желтого цвета, твердая, макропористая, с присыпками песка, с прожилками карбонатов;	5,2	6,0	0,8	166,60
4	adQIII-IV	Суглинок желтый, до 8,5 м с прослойками супеси, с 8,5 м светло-коричневый, с 10,0 м вертикально трещиноватый, с 10,5 м темно-коричневый, в интервале 11,0-12,5 м темно-желтый, рыхлый, с гnezдами почвы и песка, с 12,5 м желто-коричневый, трещиноватый, трещина заполнена карбонатами, твердый, пористый, неоднородный;	6,0	13,2	7,2	159,40
5		Суглинок красновато-коричневый, плотный, с 13,5 м светло-коричневый с прожилками карбонатов, с 14,0 м с карбонатным щебнем, с 15,5 м желто-коричневый, плотный, массивный, с 16,2 м с прослойками песка и супеси, с 17,0 м серовато-желтый, с гnezдами гравия, песка;	13,2	17,5	4,3	155,10
6,7	adQII	Песок мелкий, в кровле с прослойками песка пылеватого, прослоями супеси, желваками коричневого суглинка, с 18,8 м с прослойками (5-7 см) серой глины, с 20,0 м с прослоями коричневого суглинка, с 21,0 м с прослойками супеси пластичной (до 10 см) и песка пылеватого, маловлажный, средней плотности; с 21,5 до 22,7 м супесь желто-серого цвета, твердая, в подошве пластичная, с прослойками песка; с 22,7 м песок мелкий, маловлажный, с гnezдами суглинка, с 23,0 м с обломками слабоцементного песчаника;	17,5	23,6	6,1	149,00
8	NIS	Песок средней крупности, плотный, маловлажный, от светло-желтого до серовато-коричневого цвета, 25,5-25,7 м - песчаник бежевого цвета, цементированный, крепкий, глубже песок с обломками песчаника, редко – прослойки глины, с 26,0 м влажный, с 26,5 м водонасыщенный;	23,6	27,0	3,4	145,60
9		Супесь серого цвета, текучая, с прослойками глины и песка;	27,0	30,4	3,4	145,60
10		Глина серого цвета, полутвердая.	30,4	31,0	0,6	141,60

С глубины 12,2÷13,4 м проявление просадочных свойств суглинков во многом определяется наличием включений обломков песчаника, карбонатного щебня, прослоев песка.

Подземные воды обнаружены всеми скважинами на глубинах 24,8-26,5 м от дневной поверхности (абс. отм. 145,4÷146,10 м). Водовмещающими породами являются пески и супеси; водоупором служат сарматские глины.

Приборы, оборудование, методика проведения исследований

Изучение физико-механических свойств просадочных и уплотнённых грунтов проводилось в два этапа.

На первом этапе на площадке было осуществлено бурение 3-х скважин с отбором необходимого количества монолитов и их последующим испытанием в лаборатории. На втором этапе – предварительно было проведено устройство грунтовых скважин с использованием установки RG. Изготовление скважин осуществлялось вибрирующей каплей под большим давлением, передающимся на грунт. Для заполнения пробитой скважины грунтом (суглинком) совместно с установкой RG использовался легкий бульдозер (рис. 1).



Рис. 1 Устройство грунтовых свай с помощью установки RG.

После изготовления свай на заданном расстоянии осуществлялось контрольное бурение скважин с отбором проб уплотнённого грунта. В дальнейшем в лабораторных условиях по стандартным методикам были определены характеристики физических, просадочных и прочностных свойств грунтов.

Результаты исследования и дискуссия

В соответствии с задачами исследования получены новые данные физических и физико-механических свойств лессовых грунтов в уплотненном состоянии.

В таблице 2 и 3 приведены результаты лабораторных исследований грунтов, после уплотнения, которые сравнивались со средними значениями соответствующих характеристик, определенных в естественных условиях.

Таблица 2

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 , проц.	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

Таблица 3

Сравнение механических показателей грунтов

Тип грунта	Относительная просадочность ϵ_{st} , дол. ед. ($P = \sigma_{zg}$)	Начальное просадочное давление P_{st} , 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

Анализ полученных результатов показал, что после уплотнения характеристики физико-механических свойств грунтов по глубине ствола сваи улучшились в значительной степени. Так плотность сухого грунта увеличилась в $1,2 \div 1,4$ раза, модуль деформации увеличился в $2 \div 4,5$ раза, угол внутреннего трения увеличился в $1,1 \div 1,7$ раза, а общее сцепление увеличилось в $2,9 \div 5,4$ раза. Просадочные свойства грунтов при этом исчезли.

Выводы и предложения

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. Данные лабораторных испытаний свидетельствуют, что грунты ствола сваи обладают надежными характеристиками прочностных и деформационных свойств, в разы превосходящими эти значения для грунтов в естественном залегании.
3. Настоящие исследования планируется продолжить с целью изучения поведения образующегося грунто-свайного массива в условиях длительной фильтрации воды сквозь лессовую толщу, определяющей послепросадочное уплотнение [7].

Литература

1. Богомолов А.Н., Олянский Ю.И., Чарыкова С.А., Киселева О.В., Тихонова Т.М. Опыт прогноза подтопления лессовых территорий. В: Материалы Международной научно-практической конференции “Геориск - 2012”. М.: РУДН, 2012, с. 37-42.
2. Олянский Ю.И., Перфилов В.А., Махова С.И., Кузменко И.Ю., Чарыкова С.А. Прогноз подтопления урбанизированных территорий. В: Геология, география и глобальная энергия. 2013. №1(48), с. 119-129.

3. Олянский Ю.И. Лессовые грунты юго-западного Причерноморья (в пределах республики Молдова). Кишинев: Штиинца, 1992, 130 с.
4. Богомолов А.Н., Олянский Ю.И., Шиян С.И., Тихонова Т.М., Киселева О.В. Инженерно-геологическая характеристика лессовых пород междуречья Прут – Днестр. В: Вестник Волгогр. гос. архит.-строит. ун-та. Сер.: Стр-во и архит, 2011, вып. 24(43), с. 33-45.
5. СНиП 2.02.01 – 83* Основания зданий и сооружений. М., 2000.
6. Тихонов В.Т. Теория формирования просадочности лессовых пород. М.: ГЕОС, 2003, 275 с.
7. Богомолов А.Н. Особенности деформационного поведения замедленно-просадочных лессовых грунтов в основаниях инженерных сооружений при техногенном обводнении. В: Вестник ПНИПУ. Сер.: Стр-во и архит. т.7, №3, 2016, с. 34-45.

Primit la redacție – 16/02/2018