

## СНИЖЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ ПЛОЩАДКИ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НА ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТАХ



А.Д. РЫШКОВОЙ, СТАРШИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЬ,  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ МОЛДОВЫ

### 1. Введение

Строительство в Молдове осложнено опасными геологическими процессами (ОГП), среди которых, в первую очередь, выделяют сейсмiku, оползни, просадочность грунтов [2,3,4]. Экономический ущерб от ОГП наблюдается по всему миру и измеряется огромными цифрами. Так, например, в 2017 г. он составил 380 млрд. долларов США.

В Молдове, к сожалению, подробная информация об ущербе от ОГП отсутствует. Однако в сравнительном варианте, по данным ООН, рост природных опасностей следует рассматривать как глобальный процесс, который будет определять стратегию устойчивого развития республики.

Территория Молдовы подвержена сейсмическому риску, который учитывается при проектировании и строительстве действующими нормами и законодательными актами [10,11] и др. От того, какой будет принята сейсмичность площадки строительства, будет зависеть и «стратегия проектирования», обеспечивающая надежную эксплуатацию сооружения. Безусловно, что антисейсмические мероприятия будут определять стоимость объекта.

К числу возможных причин, приводящих к удорожанию строительства, следует отнести просадочность грунтов [1,4].

Тот факт, что просадочные явления не часто попадают в поле зрения специалистов по чрезвычайным ситуациям, говорит лишь о том, что строительство на таких грунтах в республике в целом осуществляется успешно [4].

Однако участвовавшие случаи деформации зданий и сооружений, деформации откосов котлованов свидетельствует, что к строительству на просадочных грунтах, по-прежнему, должно быть уделено повышенное внимание [9].

На территории Молдовы просадочные грунты распространены практически повсеместно. Нередки случаи, когда их наличие на строительной площадке, вынуждает проектировщиков увеличить расчетную сейсмичность на 1 балл. Такое положение особенно актуально для мун. Кишинэу и южных районов республики, где мощность просадочной толщи может достигать 30-ти и более метров [3,7].

В этих условиях возникает необходимость уменьшения расчетной сейсмичности площадки строительства за счет улучшения физико-

механических свойств просадочных грунтов [10].

Сказанное послужило основой для выбора задачи исследования:

1. Изучить влияние вибропогружателя RTG на изменение свойств просадочных грунтов после изготовления грунтовых свай;

2. Обосновать возможность перевода грунтов основания с III-й во II-ю категорию по сейсмическим свойствам.

### 2. Методы исследования

В процессе выполнения научного исследования были проведены полевые и лабораторные работы, в состав которых входили: пробивка скважин; изготовление грунтовых свай; отбор

образцов пород из ствола свай и околосвайного массива грунта; изучение физико-механических свойств просадочных грунтов.

Прочностные и деформационные характеристики определялись по стандартным методикам в лаборатории «Ingeotehgrup». В дополнение к этим исследованиям было проведено изучение микроструктуры просадочных и уплотненных грунтов, которое осуществлялось с применением растрового электронного микроскопа (РЭМ) VEGA TS 5130. Уникальность микроскопа позволяет получить информацию, в том числе о природе грунта, его сложении, составе и т.д. (рис. 1).



**Рис. 1. Исследование микроструктуры с применением РЭМ**

**Подготовка образцов грунта к электронно-микроскопическим исследованиям и последующее изучение выполнялись в лаборатории Национального центра исследований и тестирования материалов при Техническом университете Молдовы.**

### 3. Результаты исследования. Дискуссии

Полевые работы 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. Траян.

Проведенные исследования позволили по-

лучить 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 1  
Сравнение физических показателей грунтов

Тип грунта	Показатель текучести, $I_L$ , дол. ед.	Плотность грунта, $\rho$ , г/см <sup>3</sup>	Влажность, $W$ , %	Коэффициент пористости, $e$ , дол. ед.	Категория грунта по сейсмическим свойствам
Суглинок в условиях естественного залегания	< 0	1,57	12,0	0,928	III
Суглинок после уплотнения	< 0	1,88 – 2,09	8,0 – 12,0	0,664 – 0,403	II

Таблица 2  
Сравнение механических показателей грунтов

Тип грунта	Относительная просадочность, $\epsilon_{s,r}$ , дол. ед. ( $P = \bar{\sigma}_{zg}$ )	Начальное просадочное давление, $P_{s,r}$ , кПа	Модуль деформации, $E$ , МПа	Угол внутреннего трения, $\phi$ , 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

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).

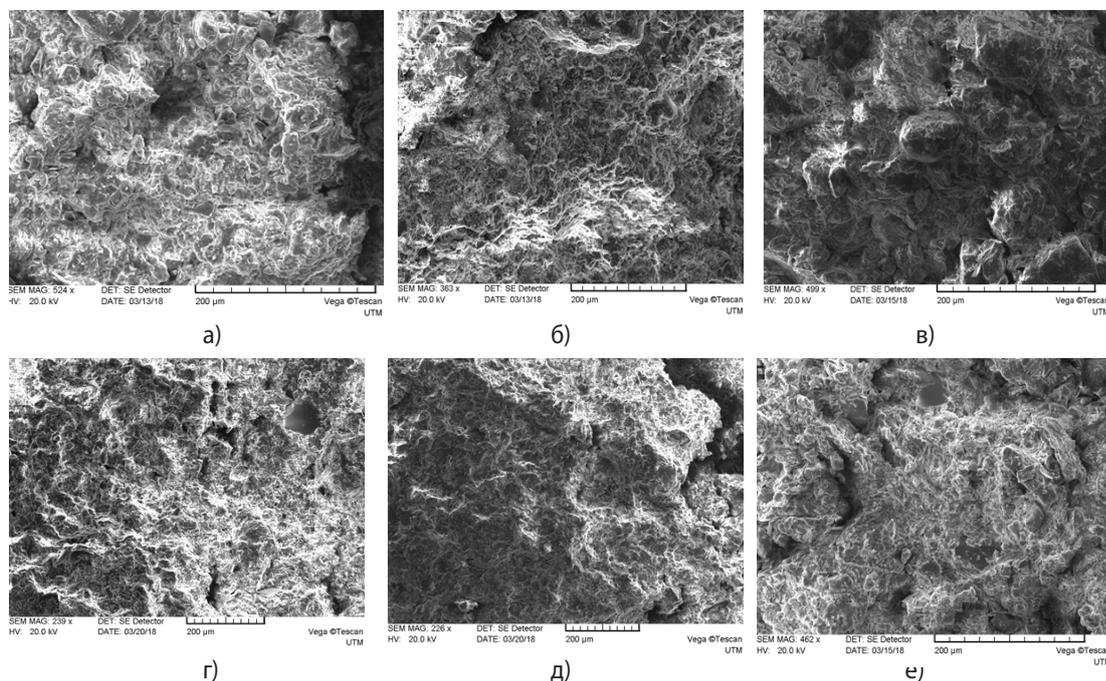


Рис. 2. Микроструктура исследуемого просадочного грунта

**а)** – в условиях природного залегания (до изготовления сваи); **б) ÷ в)** – уплотненного грунта (после изготовления сваи) 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**).

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.

#### Общие выводы

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. При устройстве грунтовой сваи происходят техногенные преобразования, обуславливающие формирование новой видоизмененной микроструктуры, во многом отличной от исходной;

3. Эти преобразования в значительной степени улучшают характеристики физико-механических свойств и позволяют изменить категорию грунтов по сейсмическим свойствам.

#### Литература

1. СЮБОТАРУ, В., ФРАНКОВСКИ, И., НЕАГА, В. *Formațiunile argiloase ale Republicii Moldova sub aspectul perspectivei gazelor de șist*. Buletinul Institutului de Geologie și Seismologie al AȘM. Nr. 1 2016. Chișinău, 2016. p.1-10.

2. Resurse naturale ale Republicii Moldova: fișierul etnografic retrospectiv (1990-2012) / Acad. de Științe a Moldovei. Ch., 2012. – 303p.

3. БОГДЕВИЧ, О.П., ИСИЧКО, Е. С. *Инженерно-геологическое районирование города Кахула*. Бюллетень Института Геологии и Сейсмологии АНМ № 2 / 2016, с. 52-59.

4. БОГОМОЛОВ, А.Н. и др. *Особенности возведения зданий и сооружений на лессовых основаниях в Молдавии* // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и Архитектура. – 2017. – т. 8, № 1. – с. 53-59.

5. ГРИГОРЬЕВА, И.Ю. *Микростроение лессовых пород*. – М.: МАИГ, Наука / Интерпериодика, 2001, – 147с.

6. 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. – Казань: Изд-во КГАСА, 2003. – с. 487-489.

7. ОЛЯНСКИЙ, Ю.И., ЧАРЫКОВА, С.А. *Инженерно-геологические проблемы мелиорации южных районов Молдовы*. В: *Проблемы снижения природных опасностей и рисков*. Материалы международной научно-практ. конф. «Геориск-2012». В 2-х т. Т. 1. – Москва: РУДН, 2012, – с. 192-197.

8. ОСИПОВ, В.И., СОКОЛОВ, В.Н., РУМЯНЦЕВА, Н.А. *Микроструктура глинистых пород* / Под ред. Е.М. Сергеева. – М.: Недра, 1989. – 211с.

9. РЫШКОВОЙ, А., ПОЛКАНОВ, В. *К вопросу изучения физико-механических свойств уплотненных просадочных грунтов*. VIII-я Международная научно-техническая конференция Актуальные проблемы градостроительства и благоустройства территорий 17 – 19 ноября 2016, Кишинэу, pag. 159-163. ISBN 978-9975-71-850-9.

10. СНиП II-7-81\*. *Строительство в сейсмических районах*. – М.: Госстройиздат, 1990.

11. СНиП 22-02-2003. *Инженерная защита территорий, зданий и сооружений от опасных геологических процессов*. Основные положения. – М.: 2003.

#### РЕФЕРАТ

**Снижение расчетной сейсмичности площадки при строительстве на просадочных грунтах.** В статье рассматриваются особенности возведения зданий на просадочных грунтах в Молдове. На основе проведенных полевых и лабораторных исследований предлагается техническое решение по устранению просадочности. Существенное улучшение физико-механических характеристик грунтов позволяет снизить расчетную сейсмичность площадки строительства и уменьшить стоимость возведения объекта.

**Ключевые слова:** строительство, просадочность, сейсмика, грунты, стоимость.

## REZUMAT

**Reducerea seismicității estimate a amplasamentului la edificarea clădirilor pe pământurile cu tasabilitate sporită.** În articol sunt examinate particularitățile edificării clădirilor pe pământurile cu tasabilitate sporită pe teritoriul Republicii Moldova. Pe baza studiilor de teren și de laborator, se propune o soluție tehnică pentru eliminarea tasabilității. O îmbunătățire semnificativă a caracteristicilor fizico-mecanice ale pământurilor face posibilă reducerea seismicității estimate a amplasamentului și reducerea costului de edificare a obiectului.

**Cuvintele-cheie:** *construcție, tasabilitate, seismicitate, pământuri, cost.*

## ABSTRACT

**Reducing the Estimated Seismicity of the Site during Construction on Subsiding Soils.** The article examines the features of the construction of buildings on subsiding soils in the Republic of Moldova. Based on the conducted field and laboratory studies, a technical solution is proposed to eliminate subsidence. A significant improvement in the physical-mechanical characteristics of the soils makes it possible to reduce the estimated seismicity of the construction site and reduce the cost of erection of the object.

**Keywords:** *construction, subsidence, seismicity, soils, cost.*