

DOI: 10.12737/article\_5940f0191df7d1.79382987

Карякин В.Ф., канд. техн. наук,  
Оноприенко Н.Н., канд. техн. наук, доц.,  
Михайлов М.Г., студент,  
Кунцев А.С., студент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЛИЧИНЫ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПРОСАДОЧНОСТИ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ СУГЛИНКОВ ОТ ИХ ПРИРОДНОЙ ВЛАЖНОСТИ

dstt\_80@mail.ru

Приведены результаты исследований величины относительной просадочности в зависимости от различной природной влажности суглинка. Экспериментальные исследования проведены согласно методике ГОСТ 23161-2012. Определены основные физические свойства просадочного суглинка присклоновой части северной части долины р. Везёлка. Показано, что влажность суглинка влияет на относительную деформацию просадочности. Получены значения природной влажности для суглинка, при которой грунт теряет свои просадочные свойства. Исследования по выявлению просадочных свойств грунтов, в том числе с целью их устранения, представляется полезным в подготовительных работах при устройстве фундаментов, при инженерно-геологических работах по укреплению грунтовых оснований.

**Ключевые слова:** суглинки, относительная просадочность, природная влажность, замачивание грунта, инженерно-геологические изыскания.

**Введение.** Одной из наиболее важных проблем современного строительства является возведение зданий и сооружений на просадочных грунтах. Такие грунты широко распространены, в том числе и в районах интенсивной городской застройки. Для обеспечения нормальной эксплуатации проектируемых объектов важно учитывать всевозможные деформации грунтов оснований [1–10], в том числе деформации просадки, т.к. они могут стать причиной недопустимых деформаций в конструкциях зданий и сооружений [11, 12].

Для определения просадочности грунтов необходимо провести соответствующие инженерно-геологические изыскания. Выявление просадочных свойств оснований зданий и сооружений и их устранение актуально не только для объектов капитального строительства, но и для ИЖС.

Четвертичные суглинки, особенно средневерхнечетвертичного возраста ( $Q_{2-3}$ ), как правило, при изысканиях оказываются просадочными [2, 5]. Эти суглинки светло-коричневого цвета покрывают надпойменные террасы и присклоновые отложения водораздельных, возвышенных плато. На плато суглинки темнее, более плотные, по возрасту раннечетвертичные, реже верхненеогеновые делювиального происхождения. Эти суглинки достаточно уплотнённые, в основном, непросадочные.

**Методология.** По ГОСТ 23161-2012 «Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности» для определения характеристики просадочности  $\epsilon_{sl}$  используют метод

замачивания грунта, т.е. изменение влажности грунта в зависимости от степени заполнения пор водой.

Можно сделать вывод: если все поры суглинка в естественных условиях заполнены водой, то будет невозможным зафиксировать дополнительную его деформацию от замачивания, так как нет объёма для поступления воды. Следовательно, суглинок будет непросадочным.

**Основная часть.** Нами была рассмотрено, как будет изменяться величина относительной просадочности  $\epsilon_{sl}$  при различной природной влажности просадочного суглинка.

Для этого на присклоновой части северной части долины р. Везёлка были взяты образцы светло-коричневого суглинка и определены его основные физические свойства, в частности:

- плотность  $\rho = 1,54 \text{ г/см}^3$ ;
- естественная влажность  $W=0,14$  (14 %);
- влажность на границе текучести  $W_L=0,29$  (29 %);
- влажность на границе раскатывания  $W_p=0,17$  (17 %);
- число пластичности  $I_p=0,12$
- показатель текучести  $I_L=0,25$

По ГОСТ 25100-2011 определили: по числу пластичности - суглинок, по показателю текучести – твёрдый.

Суглинок был высушен и измельчен до фракций 0,1-0,5 мм. Из высушенной массы отбирали и уплотняли в кольце одометра объёмом  $150 \text{ см}^3$  суглинок, доводя плотность до плотности сухого грунта  $\rho_a$  равной  $1,35 \text{ г/см}^3$ . При этом масса составила величину 202,7 г. Такую массу

сохраняли во всех экспериментах, изменяя лишь влажность (5, 10, 20 и 25 %), которую легко рас-

считать по объемам добавленной воды к сухому грунту из определения влажности (табл. 1).

$$W = m_{\text{воды}} / m_{\text{сух.грунта}} \quad (1).$$

Таблица 1

#### Количество добавляемой воды до заданной влажности

Наименование	Влажность, %				
	5	10	15	20	25
Масса сухого грунта, г	202,7	202,7	202,7	202,7	202,7
Масса воды, г	10,1	20,2	30,4	40,5	50,7

Увлажненный, хорошо перемешанный суглинок вместе с кольцом помещали в одометр [13] и при каждом эксперименте создавали нагрузку ступенями 50, 100, 150 и 200 кПа. Ступени изменяли после стабилизации величины деформации, измеряемой индикатором часового типа, которую фиксировали в журнале наблюдений, затем снизу подавали воду при градиенте напора 1...1,1 до условной стабилизации в соответствии с ГОСТ 23161-2012. Относительную

величину просадочности грунта рассчитывали по формуле [14]:

$$\epsilon_{sl} = h' - h_p / h_0, \quad (2)$$

где  $h'$  – высота образца грунта с влажностью при заданном давлении, мм;  $h_p$  – высота образца грунта после дополнительного сжатия (просадки) в результате замачивания, мм;  $h_0$  – начальная высота образца, мм.

Результаты испытаний представлены в табл. 2.

Таблица 2

#### Изменения абсолютной деформации суглинка при различной влажности и нагружении

Нагрузка, кПа	Абсолютная деформация в мм при влажности, %				
	5	10	15	20	25
50	0,52	0,49	0,45	0,74	0,89
100	0,91	0,85	0,99	1,22	1,31
150	1,35	1,37	1,43	1,54	2,20
200	1,61	1,57	1,78	1,95	2,50
Условная деформация после стабилизации при замачивании	5,62	3,58	2,93	2,75	2,58
Относительная величина, $\epsilon_{sl}$	0,16	0,08	0,046	0,012	0,003

В соответствии с ГОСТ 25100-2011 полученные данные просадочности суглинка классифицируются:

- при  $W=5\%$  –  $\epsilon_{sl}=0,16$ -суглинок чрезвычайно просадочный;
- при  $W=10\%$  –  $\epsilon_{sl}=0,08$ -суглинок сильно-просадочный;

- при  $W=15\%$  –  $\epsilon_{sl}=0,046$ -суглинок средне-просадочный;

- при  $W=20\%$  –  $\epsilon_{sl}=0,003 < 0,01$ -суглинок непросадочный.

Таким образом, действительно, влажность суглинка влияет на относительную деформацию просадочности суглинка по определённой зависимости (рис. 1).

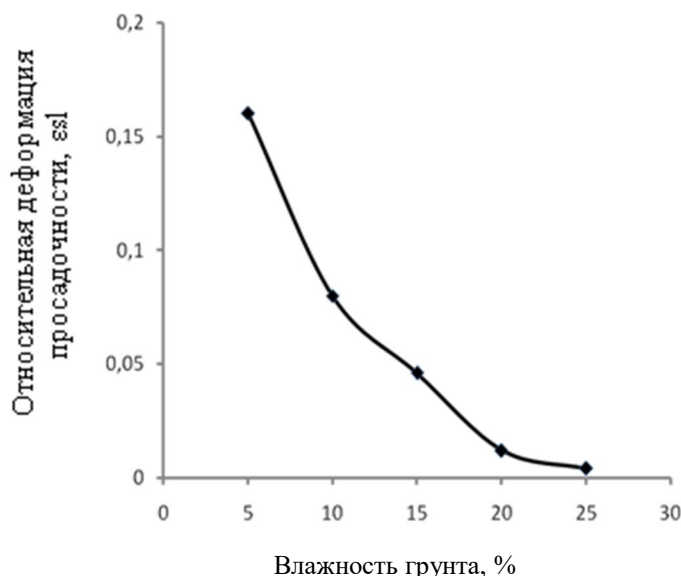


Рис. 1. График изменения относительной деформации просадочности  $\epsilon_{sl}$  от влажности  $W$

При этом коэффициент водонасыщения при влажности 25 %, когда суглинок становится непросадочным, составил величину  $S_r=0,87$ , т.е. грунт практически водонасыщенный (по ГОСТ 25100-2011).

Таким образом, определив влажность просадочного грунта по графику, можно найти относительную деформацию просадочности. При коэффициенте водонасыщения  $S_r$  больше 0,8 грунт, как водонасыщенный, становится непросадочным.

**Выводы.** Проведенные экспериментальные исследования по выявлению просадочных свойств грунтов, в том числе с целью их устранения, представляются полезным в подготовительных работах при устройстве фундаментов, при инженерно-геологических работах по укреплению грунтовых оснований. Регулируя влажность суглинка, можно уменьшить или вообще исключить относительную деформацию просадочности грунта в процессе строительства.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Крутов В.И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах. Киев: Будівельник, 1982. 224 с.
2. Оноприенко Н. Н., Калачук Т.Г. Перспективы развития инженерных изысканий для индивидуального жилищного строительства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2016. №5. С. 11–15.
3. Черныш А. С., Оноприенко Н. Н., Лютенко А. О. Механика грунтов: учеб. пособие. Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. 123 с.
4. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Меркулов С.И. Повышение несущей способности опорной конструкции в дисперсных грунтах // Промышленное и гражданское строительство. 2014. №11. С. 76–78.
5. Калачук Т.Г. Зависимость между просадочными деформациями и действующими напряжениями в лессовых основаниях / Новые технологии и проблемы технических наук: сб. науч. трудов по итогам междунар. науч.-практ. конф. (Красноярск, 10 ноября 2015 г.). Красноярск: Инновационный центр развития образования и науки, 2015. С. 67–73.
6. Лысенко М.П. Состав и физико-механические свойства грунтов. М.: Недра, 1980. 272 с.
7. Григорян А.А. О некоторых особенностях проектирования свайных фундаментов на просадочных грунтах // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2015. №1. С. 24–28.
8. Usmanov R., Mrdak I., Vatin N., Murgul V. Reinforced soil beds on weak soils // Applied Mechanics and Materials. 2014. Vols. 633-634. P. 932–935.
9. Sr. Chandrasekaran. Offshore Structural Engineering: Reliability and Risk Assessment. CRC Press. 2016. 254 p.
10. Asghari E., Toll D.G. and Haeri S.M. Triaxial behavior of a cemented gravelly sand, Tehran alluvium // Geotechnical and Geological Engineering. 2003. № 21. Pp. 1–28.
11. Буланкин Н. Ф., Козаков Ю. Н. Опыт применения свай в просадочных грунтах Красноярска // Основания, фундаменты и механика грунтов. 2014. №2. С. 25–28.
12. Зеркаль О.В. Оценка геологических рисков в практике инженерных изысканий // Инженерные изыскания. 2009. № 9. С. 40–43.
13. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. М.: Стандартинформ, 2011.
14. ГОСТ 23161-2012. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. М.: Стандартинформ, 2013.

**Karjakin V.F., Onopriyenko N.N., Mikhaylov M.G., Kuntsev A.S.**

#### CHANGE OF THE SIZE OF THE RELATIVE SURFACE OF THE QUATERNAL SUGLINKS FROM THEIR NATURAL HUMIDITY

*The results of investigations of the relative subsidence in relation to the different natural humidity of loam are presented. Experimental studies were conducted in accordance with the procedure GOST 23161-2012. The main physical properties of the subsidence loam of the pristil part of the northern part of the Vezelka River valley are determined. It is shown that the moisture of loam affects the relative deformation of subsidence. The values of natural moisture for loam are obtained, at which the soil loses its subsidence properties. Studies to identify the subsidence properties of soils, including the purpose of their elimination, seem useful in preparatory work in the construction of foundations, with engineering and geological work to strengthen soil bases.*

**Key words:** loams, relative subsidence, natural moisture, soil soaking, engineering-geological investigations.

**Карякин Виктор Федорович**, кандидат технических наук, профессор  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

**Онопrienко Наталья Николаевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры городского кадастра и инженерных изысканий.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: dstt\_80@mail.ru

**Михайлов Максим Геннадьевич**, студент кафедры строительства и городского хозяйства

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: kuntsev12@mail.ru

**Кунцев Алексей Сергеевич**, студент кафедры строительства и городского хозяйства

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.

Адрес: Россия, 308012, Белгород, ул. Костюкова, д. 46.

E-mail: kuntsev12@mail.ru