

Калачук Т.Г., канд. техн. наук, доц.,  
Шин Е.Р., ассистент

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова

## О ВИДАХ ДЕФОРМАЦИИ ЛЕССОВЫХ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ

gkadastr@mail.ru

В статье рассмотрены виды деформаций лессовых грунтов. влияние различных факторов на просадку грунтов, а также влияние солей на физико-механические свойства лессовых грунтов. На основании экспериментальных и теоретических исследований установлен, что сопоставление величин начального просадочного давления, определенных по существующим методикам 10–40 % большие значения по сравнению с лабораторными.

**Ключевые слова:** просадка, деформация, лессовый грунт, давление, штамп.

В связи с расширением городов зачастую возникает потребность в строительстве сооружений на ранее не благоприятных грунтах. Такими грунтами являются лессовые грунты. В связи с этим возникает потребность в более тщательном их изучении.

Деформации лессов в общем случае подразделяются на осадку, просадку и послепросадочные деформации. В России, Украине и Туркменистане наиболее распространены слабо и среднепросадочные толщи грунтов. Для них просадки растягиваются на продолжительное время. У сильнопросадочных толщ (захватывающие незначительные территории) процесс просадки протекает сравнительно быстро. Если для всей (территории) просадочной толщи просадки от собственного веса грунта –  $S_{\rho\delta\omega} \leq 15$  см – то их характеризуют как слабопросадочные; если  $15 < S_{\rho\delta\omega} < 50$  см – среднепросадочные; и если  $S_{\rho\delta\omega} > 50$  см – сильнопросадочные.

При определении осадки использовался метод послойного суммирования [10].

Просадкой называется уплотнение лессового грунта при совместном воздействии нагрузки и увлажнения. Просадки проявляются, как отмечалось рядом авторов [1, 2, 3, 6, 7, 8, 9], при нагрузке, превышающей начальное просадочное давление –  $P_{ст} \geq P_{пр}$  (учитываются только те послойные деформации, где  $\delta\rho\omega \geq 0,01$ ).

За начальное просадочное давление  $P_{пр}$  принималось давление соответствующее:

- при лабораторных испытаниях грунтов в компрессионных приборах;
- давлению, при котором относительная просадочность  $\delta_{пр} = 0,01$ ;
- при полевых испытаниях штампами предварительно замоченных грунтов – давлению, равному пределу пропорциональной зависимости по графику «нагрузка осадка»;
- при замачивании грунтов в опытных котлованах – приростному давлению на глубине,

начиная с которой наблюдается просадка грунта от собственного веса грунта.

Испытание грунтов в лабораторных условиях для определения начального просадочного давления выполнялись методом двух кривых или комбинированным, при испытаниях штампами устанавливались два штампа на расстоянии 3–4 метра друг от друга. При этом один штамп устанавливался на грунт естественной влажности и нагружался до заданного удельного давления ( $0,2 \div 0,3$  МПа), после чего грунт в основании штампа замачивался до стабилизации просадки. Второй штамп устанавливали на предварительно замоченный грунт, водонасыщенный на глубину  $0,8 \div 1$  м. Нагружение производилось ступенями  $0,025 \div 0,05$  МПа до заданного давления при непрерывном замачивании грунта под штампом и при нечетко выраженном пределе пропорциональности, за начальное просадочное давление рекомендуется принимать давление, при котором разность осадок штампов  $\Delta S$  в водонасыщенном состоянии и при естественной влажности равняется:

$$\Delta S = \sum \delta_{\rho\omega i} \cdot h_{деф} \cdot m_{\phi} \quad (1)$$

где  $\delta_{\rho\omega i}$  – средняя величина относительной просадочности;  $h_{деф}$  – деформируемая зона под штампом;  $m_{\phi}$  – коэффициент условий работы, принимаемый равным  $m_{\phi} = 0,5$ .

Сопоставление величин начального просадочного давления, определенных по рекомендуемым выше методикам, показали, что полевые испытания обычно дают на 10–40 % большие значения по сравнению с лабораторными.

Выполненные исследования рядом авторов [2, 3, 5, 6, 9] показали, что для различных районов СНГ величина начального просадочного давления лессовых просадочных грунтов изменяется от 0,03 до 0,3 МПа. Для лессовых грунтов России и Украины оно равняется чаще  $0,08 \div 0,12$  МПа, а просадка от собственного веса начинается с глубины 8–15 м.

Для отдельных предгорных районов Средней Азии и Кавказа начальное просадочное давление  $0,02 \div 0,06$  МПа, т.е. просадка от собственного веса происходит с глубины  $1,2 \div 3,5$  м.

Начальное просадочное давление, на основании выполненных исследований, зависит в основном от степени плотности и влажности грунтов. С увеличением плотности сухого скелета грунта и степени влажности грунта начальное просадочное давление возрастает. Это давление широко используется при проектировании: при назначении давления на просадочный грунт; определении величины деформируемой зоны, т.е. зоны, в пределах которой происходит просадка грунта от нагрузки фундаментов; назначении необходимой глубины уплотнения просадочных грунтов или толщину грунтовой подушки, полностью устраняющих просадку от нагрузки фундаментов; определение глубины, начиная с которой происходит просадка грунта от собственного веса на площадках со II типом грунтовых условий, и расчета возможных величин просадок от фундаментов и грунтов от их собственного веса.

Относительная просадочность определялась по формуле:

$$\delta_{p\omega} = \frac{h' - h_{np}}{h_0}, \quad (2)$$

где  $h'$  – высота образца грунта природной влажности, обжатого без возможности бокового расширения давлением  $P$ , равным давлению, действующему на глубине от собственного веса грунта и нагрузки от фундамента или только от веса грунта, в зависимости от вида рассматриваемых деформаций  $(S_{se})\delta_{p\omega}$  или  $(S_{se}, q)\delta_{p\omega}$ ,  $h_{np}$  – высота того же образца после замачивания его до полного водонасыщения при сохранении давления  $P$ ;  $h_0$  – высота того же образца природной влажности, обжатого без возможности бокового расширения давлением, равным давлению от собственного веса грунта на рассматриваемой глубине.

Зависимость относительной просадочности от давления на грунт выражается кривой (рис.1), в соответствии с которой при увеличении давления относительная просадочность вначале возрастает до максимального значения, а затем по мере повышения давления снижается практически до нуля [1, 7].

Давление на грунт, при котором относительная просадочность достигает максимальной величины М.Н. Гольдштейн [4] называет первым порогом просадочности. Обычно для лесов, лессовидных супесей и суглинков оно рав-

няется  $0,2 \div 0,5$  МПа, лессовидных глин  $0,4 \div 0,6$  МПа.

По аналогии вторым порогом просадочности является давление, соответствующее снижению относительной просадочности до нуля. Это давление чаще всего изменяется в пределах  $1,0 \div 1,2$  МПа. Установлено, что относительная просадочность по мере повышения плотности сухого скелета грунта уменьшается, а при увеличении природной и исходной влажности грунта относительная просадочность снижается и при степени влажности –  $S_r = 0,75 \div 0,82$  чаще оказывается меньше 0,01.

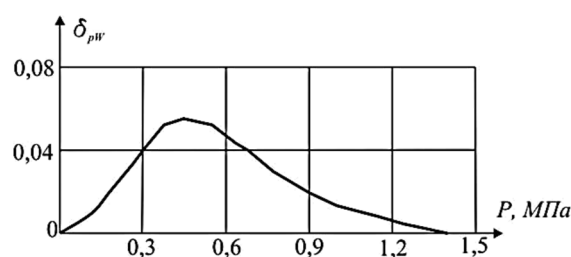


Рис. 1. График зависимости относительной просадочности от давления  $P$

Ранее считалось, что по мере повышения степени влажности грунта при его замачивании относительная просадочность возрастает и достигает максимального значения при полном водонасыщении [1, 7]. Однако выполненными [8] и нашими [9] исследованиями установлено, что относительная просадочность с повышением конечной влажности возрастает до определенного предела, а затем, несмотря на увеличение влажности, снижается. Влажность, при которой достигается наибольшая относительная просадочность, по аналогии со стандартным уплотнением, называется оптимальной, оказывается близкой к границе раскатывания  $W_p$  и изменяется в пределах  $(1,0-1,3)W_p$ .

Зависимость относительной просадочности от состава грунта, выражается тем, что с увеличением числа пластичности  $\delta_{p\omega}$  уменьшается, т.е. наибольшей просадочностью, при прочих равных условиях, обладают тяжелые супеси и легкие суглинки, а меньшей глины.

Послепросадочное оседание проявляется при длительном воздействии фильтрующейся через грунт воды за счет разрушения цементационных связей и пластических деформаций.

Величина их главным образом зависит от плотности сложения, после окончания просадки, а также выноса растворимых солей.

Коэффициент относительного сжатия при длительной фильтрации, определяется по формуле:

$$\delta_{Wt} = \frac{h_{np} - h'_{np}}{h_0}, \quad (3)$$

где  $h'_{np}$  – высота образца грунта после длительного пропускания через них воды при сохранении давления  $P_{сум}$ .

Послепросадочные деформации обычно проявляются у лессовых грунтов с пористостью –  $n > 45\%$ .

У среднепросадочных толщ грунтов необходимо выделять осадку, просадку от нагрузки сооружения, просадку от собственного веса грунта и послепросадочные деформации. А для слабопросадочных – осадку, просадку от нагрузки сооружения и просадку от собственного веса грунта.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абелев Ю.М. Явление просадки и её закономерность для макропористых (лессовых) грунтов // В К. Вопросы строительства на макропористых просадочных грунтах. Сб.НИИ Оснований. М.: Госстройиздат, №37, 1959. С. 5–8.
2. Гильман Я.Д., Ананьев В.И. Строительные свойства лессовых грунтов и проектирование оснований зданий и сооружений. Ростов на Дону, 1976. 111 С.
3. Голубков В.Н. Исследование просадочности лессовых грунтов Юга Украины «Труды совещания по инженерно – геологическим свойствам горных пород и методы их изучения», Т. 1. М., 1956. 57 С.
4. Гольдштейн М.И., Шугаев В.В. О характере деформации лессовых грунтов под фундаментами в процессе замачивания. Вопросы строительства на лессовых грунтах // Доклады межвузовской научной конференции. Воронеж. 1961. С 204–219.
5. Денисов Н.Я. О природе просадочных явлений в лессовидных суглинках. М., 1946. 176 С.
6. Джитенов А.К., Куликов Г.В. Исследования просадочных лессовых грунтов в лабораторных и полевых условиях. Труды ТПИ, вып IX, Ашхабад, 1971. 142 С.
7. Кириллов А.А., Фролов Н.Н. Гидротехнические сооружения на оросительных системах в лессовых грунтах. М.: Сельхозиздат, 1963. 271 С.
8. Крутов В.И., Булгаков В.И., Коротков О.Х. Влияние степени влажности на строительную просадочность и уплотнение лессовых грунтов // Основания, фундаменты и механика грунтов. 1980, №1. С 19–22.
9. Куликов Г.В. Расчет и проектирование фундаментов сооружений на лессовых просадочных грунтах в СССР. Изд-во МВССО, Ашхабад, 1984. 120 С.
10. Калачук Т.Г., Юрьев А.Г., Карякин В.Ф., Выскребенцев В.С. О начальном давлении просадочных грунтов // Вестник Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. 2014. №6 С. 24–28.
11. Черныш А.С. Исследование закономерностей депрессионных деформаций толщи осадочных пород // Научно-технический журнал. 1999. №4. С. 219–220.
12. Черныш А.С., Выскребенцев В.С. об уплотнении структурно не устойчивых грунтов тяжелыми трамбовками // Вестник Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова. 2015. №3. С. 67–70.
13. Калачук Т.Г. К вопросу проектирования и строительства на слабых грунтах // Вестник Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 120–125.
14. Калачук Т.Г., Карякин В.Ф., Пири С.Д. Некоторые строительные свойства суглинков Белгородской области // Вестник Белгородский государственный технологический университет им В.Г. Шухова. 2015. №3. С. 71–74.

**Kalachuk T.G., Shin E.R.**

#### ON COLLOPSIBLE LOESS DEFORMATION TYPES OF SOILS.

*The article describes the types of deformation of loess soils. influence of various factors on the drawdown of soils, as well as the influence of salts on physico-mechanical properties of loess soils. Based on experimental and theoretical research is mapping the initial pressure prosadočnogo values defined for existing methods of 10–40 % higher values compared to the laboratory.*

**Key words:** drawdown, deformation, lessovyj ground, pressure stamp.

**Калачук Татьяна Григорьевна**, кандидат технических наук, научный сотрудник.  
Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.

**Шин Евгений Рудович**, ассистент.

Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова.  
Адрес: Россия, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46.  
E-mail: siriusONE2008@yandex.ru