

УДК 624.131.1

АНАЛИЗ ТЕРМИНОЛОГИЧЕСКОЙ БАЗЫ ЛЁССОВЕДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСАДОЧНЫХ ГРУНТОВ (ЛЁССОВЫХ ПОРОД)

Хансиварова Н.М.

Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, e-mail: n.Khansivarova@yandex.ru

Статья посвящена анализу терминов лёссоведения, история которого исчисляется 180 годами. При изучении просадочных грунтов их основное свойство – просадочность связывают с лёссовыми грунтами. Зачастую в нормативно-технической и научной литературе термин «просадочный» является синонимом термина «лёссовый», «лёсс» и др. понятий лёссоведения. При этом сложилась ситуация, когда многие определения терминов даются в весьма вольной трактовке разными авторами, иногда кардинально искажающей основной смысл, изначально предложенный тем или иным исследователем. Употребление терминов лёссоведения в нормативно-технических документах при исследовании свойств просадочных грунтов как оснований зданий и сооружений усложняет и без того большое несоответствие в инженерно-геологической терминологии. Статья обосновывает необходимость унифицирования и закрепления терминов лёссоведения в сводах правил, регламентирующих выполнение инженерно-геологических изысканий на просадочных грунтах.

Ключевые слова: лёссоведение, лёссовые породы, лёссы, лёссовидные породы, просадочность

ANALYSIS OF THE LOESS STUDIES TERMBASE TO STUDY SUBSIDING SOILS (LOESSIAL ROCKS)

Khansivarova N.M.

Southern Federal University, Rostov-on-Don, e-mail: n.Khansivarova@yandex.ru

This article covers analysis of the terms of loess studies, the history of which is 180 years. In the study of subsiding soils, their main property – subsidence is associated with loessial soils. In many cases, in the regulatory technical and scientific literature, the term «subsidence» is synonymous with the term «loess», «loessial» and others loess studies concepts. There is a situation where many term definitions are given in rather free interpretation by different authors, sometimes drastically distorting the primary meaning originally proposed by a researcher. The use of the loess studies terms in the regulatory technical documents while investigating the properties of subsiding soils as the base of buildings and structures, complicates a great discrepancy in the engineering geological terminology. The article proves the need for unification and capture of the loess studies terms in regulations governing engineering geological surveys on subsiding soils.

Keywords: loess studies, loessial rocks, loesses, loess-like rocks, subsidence

Просадочность грунта – свойство грунтов, главным образом лёссовых, давать быструю и часто значительную просадку при замачивании водой под влиянием собственного веса, без возможности бокового расширения. Основной проблемой при изучении просадочных грунтов является то, что просадочность связывают с лёссовыми грунтами и используют термины и понятия лёссоведения. Зачастую в литературных источниках термин «просадочный» заменен на термин «лёссовый», однако объектом исследования являются именно просадочные грунты (породы).

В России лёссовые отложения занимают до 10% площади. При этом развитие просадочного процесса различной интенсивности и степени локализации наблюдается на большей части территории их распространения [11].

В современной нормативной и научной литературе широко используются термин «лёсс» и семь его производных: «лёссовая порода», «лёссовидная порода», «лёссопо-

добная порода», «лёсс деградированный», «лёсс видоизмененный», «лессоид», «лессолит» [6, 7, 10, 13]. Однозначного понимания содержания подавляющей части этих терминов нет, и вопрос не теряет своей дискуссионности.

Результаты исследования и их обсуждение

Термин «лёсс» был введен в геолого-минералогическую литературу в 1823 году Карлом Цезарем фон Леонгардом. С начала и середины XIX столетия до 1875 г. господствовали неопределённые представления о термине «лёсс», который встречается в работах К. Леонардо, Л. Агассица, Н.Д. Борисяка. Позднее все многообразие понятий «лёссовые» основывается на генетическом, литологическом (петрографическом), инженерно-геологическом, стратиграфическом и геоморфологическом принципах [6, 7].

Подробный обзор определения «лёсс» приведен в работах Н.И. Кригера, который дал литологическое определение «лёсса»

как палевого пылеватого известковистого суглинка (или супеси) с вертикальными тонкими каналцами [6, 7]. Н.И. Кригер также выделил 13 главных разновидностей понятий о том, что такое «лѣсс», отмечая, что при более детальном подходе это количество значительно увеличится.

В работах крупнейших исследователей по данному вопросу – Ф. Рихтгофена, Н.И. Кригера, А.И. Москвитина, М.И. Ломоновича, Г.А. Мавлянова, В.В. Севостьянова и других – выделяются диагностические признаки «лѣсса» с указанием условий его залегания и строения толщи. Основными признаками «лѣсса» являются: покровное залегание на разных элементах рельефа; отсутствие прослоев галечников и песков; достаточная мощность; наличие стратиграфически выдержанных ископаемых почв; наличие остатков наземной фауны и практическое отсутствие водной. Лѣсс понимается как сложная природная система – географически зональное образование, приспособляющееся к географической среде [6, 7]. Принадлежность к лѣссам нельзя определять по отдельным образцам, необходимо изучение в толще – *in situ*. «Лѣсс» как особое природное тело сложен лѣссовыми породами, но лѣссовые породы не всегда входят в состав лѣсса как системы. Лѣссовые породы вне указанной системы обычно называются лѣссовидными. Что касается породы в лѣссе (в лѣссе-системе), то её также называют лѣссом (лѣссом-породой) [6, 7].

Е.М. Сергеев, Л.Г. Балаев, Г.А. Мавлянов, А.К. Ларионов, Н.Н. Комисарова выделяли четыре подтипа лѣссовых грунтов [8, 9, 10, 13].

1. Лѣсс – порода, обладающая следующими инженерно-геологическими критериями: просадочностью при природном давлении и дополнительных нагрузках; малой гидрофильностью (влажность, $W_n \leq 2,6\%$); слабыми водоустойчивыми структурными связями; преимущественно зернисто-плѣнчатой или пылевато-плѣнчатой структурой.

2. Деградированный лѣсс – имеет те же признаки, что и лѣсс, но потерял способность к просадке в результате увлажнения и дополнительного уплотнения.

3. Для лѣссовидного грунта (порода) характерны: отсутствие просадочных свойств при замачивании; более высокая гидрофильность ($W_n \geq 2,6\%$); преимущественно зернисто-агрегативная и агрегативная структуры, которые обеспечивают более прочные структурные связи.

4. Лѣссоподобный грунт (порода) – мѣрзлые пылеватые образования, проявляющие термоосадки в результате оттаивания.

Анализ работ данных авторов позволяет сделать основные выводы:

- все выделенные подтипы объединены общим понятием «лѣссовые грунты»;
- выделяются подтипы «деградированный лѣсс» и «лѣссоподобный грунт»;
- просадочными свойствами обладают лѣссы.

Такой же подход сохраняется в содержании терминов, изложенных в монографии «Лѣссовые породы СССР» под редакцией Сергеева Е.М. 1986 г. [10].

В.П. Ананьев, В.И. Коробкин, Л.В. Передельский, А.Д. Потапов (1973–2000 гг.) представили свое понимание терминов лѣссоведения в работе [1]. В основе разделения пород лежат инженерно-геологические признаки. Авторы выделяют следующие типы.

1. Лѣссовые породы представлены суглинками, реже – супесями. Среди них различают лѣсс (первичное образование) и лѣссовидные суглинки (переотложенные первичные образования). Гранулометрический состав их нередко бывает сходным, поэтому в строительном деле целесообразно пользоваться единым названием «лѣссовые грунты», подразделяя их по гранулометрическому составу на супеси, суглинки, глины. Диагностическими признаками являются: палевая, палево-желтая или желто-бурая окраска; высокая пылеватость (содержание фракции 0,05–0,005 мм более 50 % при небольшом количестве глинистых частиц); природная влажность до 15–17%; пористость более 40 % с сетью крупных и мелких пор; высокая карбонатность, засоление легководорастворимыми солями; быстрая размокаемость в воде; способность сохранять вертикальные откосы в сухом состоянии. По характеру влияния на них увлажнения различают: набухающие, непросадочные, просадочные (рис. 1).

2. Для лѣссов типична однородность.

3. Лѣссовидные суглинки обычно слоисты и могут содержать обломки различных пород.

Анализ работ данных авторов позволяет сделать основные выводы:

- все выделенные подтипы объединены общим понятием «лѣссовые грунты»;
- в основе выделения генетические признаки: лѣсс (первичное образование) и лѣссовидные суглинки (переотложенные первичные образования);

● гранулометрический состав их нередко бывает сходным, поэтому целесообразно пользоваться единым названием «лёссовые грунты», подразделяя их по гранулометрическому составу на супеси, суглинки, глины;

● по характеру влияния на них увлажнения различают: набухающие, непросадочные, просадочные.

Классификационные критерии разделения лёссовых грунтов в инженерно-геологических целях рассмотрены в ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация [3]. Согласно стандарту, лёссовые грунты – пылевато-глинистые образования относятся к группе – осадочных несцементированных; подгруппе – обломочных – пылеватых и глинистых (элювиальные, пролювиальные, делювиальные, аллювиальные, водно-ледниковые, ледниковые, озерные, морские, эоловые, пирокластические и смешанного происхождения). Типы выделяются по совокупности признаков и по числу пластичности так же, как супеси, суглинки и глины: лёссовые грунты и илы; вид – по коэффициенту пористости. По последнему показателю обособляются разновидности: низкопористые $e \leq 0,8$

и высокопористые $e \geq 0,8$. Лёссовые грунты однородны; содержат более 50% пылеватых частиц (0,05–0,005 мм), дают просадку. По содержанию легко- и среднерастворимых солей и карбонатов ранжируют разновидности: незасоленные, засоленные. Породы легко размокают и размываются; в маловлажном состоянии способны держать вертикальные откосы; при полном водонасыщении могут переходить в плавунное состояние. Кроме перечисленных выше, определяют разновидности по степени цементации льдом; по консистенции; по содержанию органического вещества (рис. 2).

Анализ ГОСТ позволяет сделать основные выводы:

● отсутствуют термины «лёсс» и «лёссовидные породы»;

● просадочность – типичное свойство; грунты (породы) разделяются по относительной деформации просадочности ε_{s1} на просадочные и непросадочные;

● при полном водонасыщении могут переходить в плавунное состояние; упоминаются лёссовые породы, находящиеся в мерзлом состоянии.

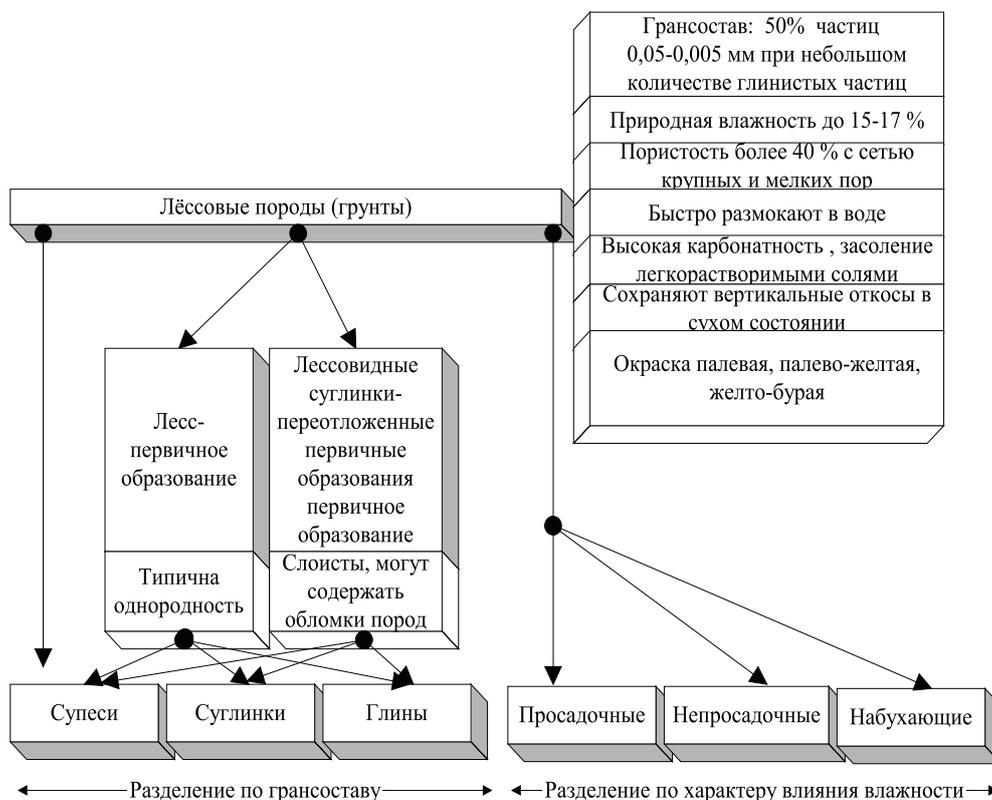


Рис. 1. Пояснение терминов лёссоведения в работах В.П. Ананьева, В.И. Коробкина, Л.В. Пердельского, А.Д. Потапова (1973–2000 гг.)

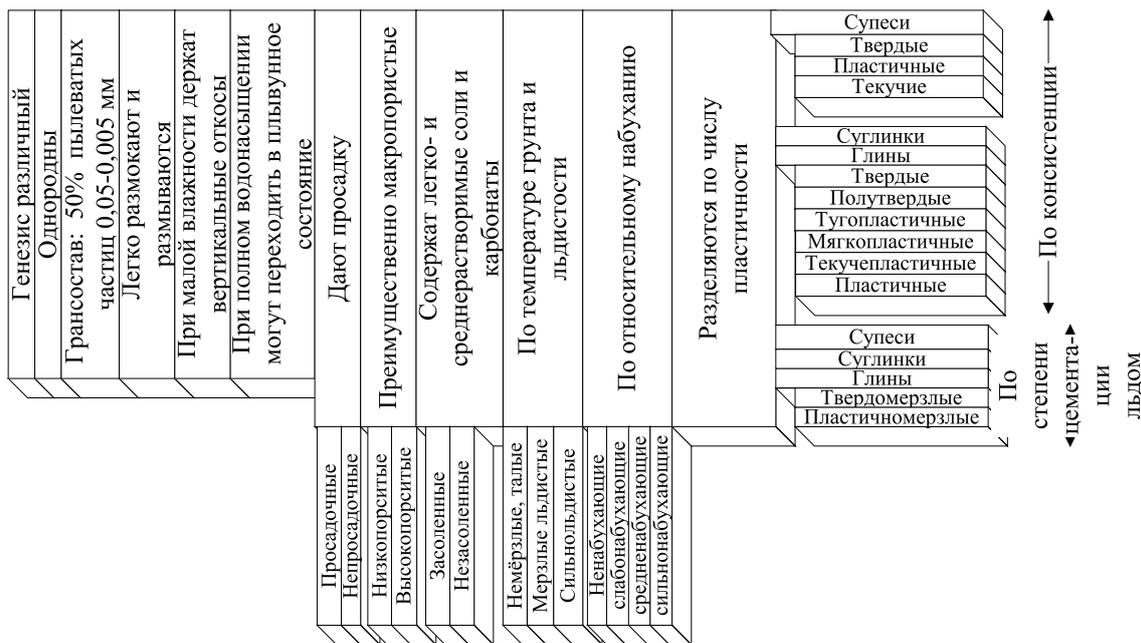


Рис. 2. Пояснение терминов лёссоведения в ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация

В СП 11-105-97, III часть выделяют лёсы, лёссовые и лёссовидные породы (грунты) [12].

Главная отличительная особенность лёсов – наличие макропор размером 1–3 мм, различимых невооруженным глазом.

Лёссовые грунты – всегда проявляют просадочные свойства. Характерны следующие признаки лёссовых просадочных грунтов: светлая окраска (от палевого до охристого цвета); высокая пылеватость (содержание частиц размером 0,05–0,005 мм более 50% при количестве частиц размером менее 0,005 мм, как правило, не более 10–15%); числа пластичности менее 12; повышенная пористость (более 45%); засоленность; способность держать вертикальные откосы в маловлажном состоянии; цикличность строения толщ; невысокая природная влажность (как правило, менее границы раскатывания); низкая плотность скелета грунта (менее 1,5 г/см³).

Лёссовидные породы, в основном суглинки, имеют более темный бурый или красновато-бурый цвет; плотность 1,8–1,9 г/см³; пористость до 40%; более глинисты; непросадочны.

Анализ данного свода правил позволяет сделать основные выводы:

- на одном иерархическом уровне выделяются «лёсс», «лёссовые грунты», «лёссовидные грунты»;

- главная отличительная особенность лёсов – наличие макропор размером 1–3 мм, различимых невооруженным глазом;

- просадочность – типичное свойство лёссовых грунтов;

- лёссовидные грунты, в основном суглинки, не обладают просадочными свойствами.

В работах В.Т. Трофимова подробно проанализировано содержание термина «лёсс» и его производных, введенное разными авторами, а также обозначены собственные представления [2, 14, 15]. Автор относит лёссовые грунты к песчано-глинисто-пылеватым континентальным образованиям разного генезиса группы связных грунтов. Для лёссовых грунтов характерно: содержание более 50% частиц размером 0,05–0,005 мм; низкая естественная влажность (обычно ниже 20%); высокая пористость (до 55–65%); содержание карбонатов (до 25–35%), водорастворимых солей (до 5%); низкая водопрочность. Просадочность – типичное свойство лёссовых грунтов, которое проявляется при замачивании под действием собственного веса толщи или дополнительных нагрузок от сооружений. Среди лёссовых грунтов обособляются лёсы и лёссовидные грунты.

Лёсс – порода, обладающая следующими критериями: более 50% содержание тонкопесчаных (0,1–0,005 мм) и крупно-

пылеватых (0,01–0,05 мм) частиц и небольшое количество глинистых (до 16% по классификации С.С. Морозова), которые находятся в агрегированном состоянии. Лёссы проявляют просадочные свойства (при замачивании) при действии природного давления.

Лёссовидные грунты – занимают промежуточное положение между лёссами и глинистыми грунтами. Обладают следующими критериями: в гранулометрическом составе преобладают частицы 0,01–0,0001 мм, которые вместе с глинистыми частицами образуют микроагрегаты. Просадочные свойства при замачивании реализуются только под действием дополнительных нагрузок (рис. 3).

Анализ работ В.Т. Трофимова позволяет сделать основные выводы:

- все выделенные подтипы объединены общим понятием «лёссовые грунты»;
- просадочны и лёссы, и лёссовидные грунты;
- лёссовидные грунты занимают промежуточное положение между лёссами и глинистыми грунтами.

Выводы

На основании анализа и обобщения основных литературных источников, содержащих пояснения терминов лёссоведения, можно сделать следующие выводы:

1. Просадочность часто связывают с лёссовыми породами и используют термины и понятия лёссоведения. В нормативно-технической и научной литературе термин «просадочный» заменен на термин «лёссовый», однако объектом исследования являются именно просадочные грунты.

2. Одной из основных проблем изучения просадочных грунтов является отсутствие единого подхода к терминам и понятиям лёссоведения, с которым связывают просадочность. «Определения даются в произвольной трактовке разными авторами. Нет однозначного понимания содержания подавляющей части терминов, вопрос на протяжении многих десятилетий остаётся дискуссионным и не теряет актуальности» [15].

3. Главные термины лёссоведения – «лёсс», «лёссовые породы», «лёссовидные породы». Производные этих терминов – «лёссоподобная порода», «лёсс деградированный», «лёсс видоизмененный», «лессоид», «лессолит» в современной литературе практически не используются.

4. Выделяются пять различных по содержанию определений главных терминов: генетическое; литологическое; инженерно-геологическое; морфологическое; стратиграфическое [6], [7]. Основными являются: генетическое, литологическое и инженерно-геологическое [15].



Рис. 3. Пояснение терминов лёссоведения в работах В.Т. Трофимова

5. По своему содержанию наиболее развернутым является термин «лёссовая порода», критериями выделения которой являются: гранулометрический состав, влажность, пористость и макропористость, содержание солей, слабые водонеустойчивые структурные связи, способность сохранять вертикальные откосы в сухом состоянии; цвет [1, 2, 3, 5–15]. С середины прошлого столетия при выделении лёссовых пород в качестве важнейшего их признака стала рассматриваться просадочность. Однако подход к использованию этого признака неодинаков: одни авторы считают просадочность свойственной всем лёссовым породам, другие – только при малой влажности [3, 5–15].

6. Существует множество определений термина «лёсс». Приведенный обзор свидетельствует, что подходы к выделению лёсса, предложенные разными авторами, принципиально различны; даже в рамках одного подхода понятия «лёсс», предложенные разными исследователями, не совпадают, причем очень существенно. При употреблении термина «лёссовидная порода» в основном имеется в виду лёссовая порода, утратившая или изначально не обладающая просадочными свойствами.

7. Проведенный анализ литературных источников, посвященных вопросам лёссоведения, показал необходимость разработки рекомендаций по уточнению содержания его основных терминов: «лёссовая порода», «лёсс», «лёссовидная порода».

Список литературы

1. Ананьев В.П., Коробкин В.И. Инженерная геология, – М.: Высшая школа, 1973. – 511 с.
2. Базовые понятия инженерной геологии и экологической геологии // Под ред. В.Т. Трофимова. – М.: ООО «Гео-маркетинг», 2012. – 320 с.
3. ГОСТ 25100-82 Грунты. Классификация. – 10 с., <http://files.stroyinf.ru/data2/1/4294829/4294829299.pdf>.
4. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. – 63 с., <http://docs.cntd.ru/document/1200095052>.
5. Инженерная геология России. Том. 1. Грунты России: [монография] / Под ред. В.Т. Трофимова, Е.А. Вознесенского, В.А. Королёва. – М.: КДУ, 2011. – 672 с.
6. Кригер Н.И. Лёсс, его свойства и связь с географической средой. – М.: Наука, 1965. – 296 с.
7. Кригер Н.И. Что такое лёсс. (вопросы определения и классификации) // Классификационные критерии разделения лёссовых пород. – М.: Наука, 1984. – С. 6–14.
8. Ларионов А.К., Приклонский В. А., Ананьев В.П. Лёссовые породы СССР и их строительные свойства. – М.: Госгеолтехиздат, 1959. – 256 с.
9. Ларионов А. К. Условия выбора классификационных критериев лёссовых пород // Классификационные критерии разделения лёссовых пород. – М.: Наука, 1984. – 368 с.
10. Лёссовые породы / Под. ред. Е.М. Сергеева, А.К. Ларионовой, Н.Н. Комисаровой. – Т. 1. – М.: Недра, 1986. – 232 с.
11. Лёссовые породы СССР. – М.: Недра, 1986. – Т. 1. – 208 с.
12. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства. Часть III. Правила производства работ в районах распространения специфических грунтов. – 110 с.
13. Сергеев Е.М. Генезис лёссов в связи с их инженерно-геологическими особенностями // Вестник Моск. Унта. – Геология. – Сер. 4, № 5. – Москва, 1976. – С. 3–15.
14. Трофимов В.Т. Инженерная геология массивов лёссовых пород. Учебное пособие. – М.: КДУ, 2007. – 398 с.
15. Трофимов В.Т. Об инженерно-геологическом содержании термина «лесс» и его производных // Инженерная геология. – 1992. – № 6. – С. 4–24.