

Т. А. МЕЛЕЖ

ГЛИНИСТЫЕ ГРУНТЫ: СВОЙСТВА И КЛАССИФИКАЦИЯ

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
tatyana.melezh@mail.ru

В работе приведена классификация глинистых грунтов, описаны их свойства. Согласно нормативной документации среди глинистых грунтов выделяются: грунт заторфованный; просадочные грунты; набухающие (пучинистые) грунты. Глинистые грунты характерны для различных генетических типов четвертичных отложений: элювиальных, моренных, флювиогляциальных, озерных, аллювиальных.

Ключевые слова: грунт, глинистый грунт, классификация, свойства, суглинок, супесь, текучесть, пластичность.

Согласно ГОСТ 25100-2020 «ГРУНТЫ. Классификация», **грунт глинистый** – Связный грунт, обладающий свойством пластичности за счет содержания минеральных частиц глинистой и пылеватой фракций [1]. Глинистые грунты считаются наиболее распространенным типом горных пород. В их состав входят мельчайшие глинистые частицы (размером менее 0,01 мм, имеющие форму пластинок или чешуек) и частицы песка. Обладают большой пористостью, в связи с этим имеют способность свободно поглощать и удерживать воду. Даже при частичном высыхании удерживают в себе влагу. В соответствии с содержанием частиц глины, существует классификация глинистых грунтов: глина, суглинки и супеси (таблица 1).

Таблица 1 – Классификация глинистых грунтов по содержанию глинистых частиц [1]

Грунт	Содержание глинистых частиц по массе, %	Число пластичности Ip
Глина	> 30	> 17
Суглинок	30–10	7–17
Супесь	10–3	1–7

Супесь. Супесь содержит не более 10 % глинистых частиц, остальной объем этого грунта составляют песчаные частицы. Супесь практически не отличается от песка. Супесь бывает двух видов: тяжелая и легкая. Тяжелая супесь содержит от 6 до 10 % глиняных частиц, в легкой содержание глинистых частиц от 3 до 6 %.

При растирании супеси на влажной ладони можно увидеть частицы песка, после стряхивания грунта на ладони видны следы от глинистых частиц. Комки супеси в сухом состоянии легко рассыпаются и крошатся от удара. Супесь почти не скатываются в жгут. Шар, скатанный из увлажненного грунта, при легком давлении рассыпается.

Из-за высокого содержания песка супесь имеет сравнительно низкую пористость – от 0,5 до 0,7 (пористость – отношение объема пор к объему грунта), поэтому она может содержать меньше влаги и, следовательно, быть меньше подвержена пучению. Чем меньше пористость сухой супеси, тем больше ее несущая способность: при пористости 0,5 равна 3 кг/см², при пористости 0,7–2,5 кг/см². Несущая способность супеси не зависит от влажности, поэтому этот грунт можно считать непучинистым [3, 4].

Суглинок. Грунт, в котором содержание глинистых частиц достигает 30 % от веса, называют суглинком. В суглинке, как и в супеси содержание песчаных частиц больше, чем глинистых. Суглинок обладает большей связанностью, чем супесь и может сохраняться в крупных кусках, не распадаясь на мелкие.

Суглинки бывают тяжелыми (20 %–30 % глинистых частиц) и легкими (10 %–20 % глинистых частиц). Куски грунта в сухом состоянии менее тверды, чем глина. При ударе рассыпаются на мелкие куски. Во влажном состоянии мало пластичны. При растирании чувствуются песчаные частицы, комки раздавливаются легче, присутствуют более крупные песчинки на фоне более мелкого песка. Жгут, раскатанный из сырого грунта, получается коротким. Шар, скатанный из увлажненного грунта, при нажатии образует лепешку с трещинами по краям.

Пористость суглинка выше, чем супеси и колеблется от 0,5 до 1. Суглинок может содержать больше воды и, следовательно, больше, чем супесь, подвержен пучению. Суглинки отличаются достаточно высокой прочностью, хотя подвержены к небольшой просадке и образованию трещин. Несущая способность суглинка – 3 кг/см², в увлажненном – 2,5 кг/см². Суглинки в сухом состоянии являются непучинистыми грунтами. При увлажнении глинистые частицы впитывают воду, которая в зимнее время превращается в лед, увеличиваясь в объеме, что приводит к пучению грунта [3, 4].

Глина. В состав глины входят больше 30 % глинистых частиц. Глина имеет большую связанность. Глина в сухом состоянии – твердая, во влажном – пластичная, вязкая, прилипает к пальцам. При растирании пальцами песчаных частиц не чувствуется, раздавить комки очень трудно. Если кусок сырой глины разрезать ножом, то срез имеет гладкую поверхность, на которой не видно песчинок. При сдавливании шарика, скатанного из сырой глины, получается лепёшка, края которой не имеют трещин.

Пористость глины может достигать 1,1, она сильнее всех остальных грунтов подвержена морозному пучению. Глина в сухом состоянии имеет несущую способность 6 кг/см². Глина, насыщенная водой, зимой может увеличиваться в объеме на 15 %, теряя несущую способность до 3 кг/см². При насыщении водой глина может перейти из твердого состояния в текучее [3, 4].

В таблице 2 приведены способы, с помощью которых можно визуально определить вид и характеристики глинистых грунтов.

Таблица 2 – Определение механического состава глинистых грунтов [1, 2]

Наименование грунта	Вид в лупу	Пластичность
Глина	Однородный тонкий порошок, частиц песка почти нет	Раскатывается в жгут и свертывается в кольцо
Суглинок	Преобладает песок, частиц глины 20–30 %	При раскатывании получается жгут, при свертывании в кольцо распадается на части
Супесь	Преобладают частицы песка с небольшой примесью частиц глины	При попытке раскатывания жгут распадается на мелкие кусочки

Большинство глинистых грунтов в природных условиях в зависимости от содержания в них воды могут находиться в различном состоянии. ГОСТ 25100-2020 «ГРУНТЫ. Классификация» и СТБ 943-2007. «Грунты. Классификация» глинистые грунты классифицируются по многим критериям: показателю текучести (таблица 3) числу пластичности и содержанию песчаных частиц (таблица 4), по содержанию твердых частиц (таблица 5), по содержанию органических веществ (таблица 6), по показателю относительной деформации набухания глинистого грунта (таблица 7), по показателю относительной деформации просадочности (таблица 8).

Таблица 3 – Классификация глинистых грунтов по показателю текучести [2]

Разновидность глинистого грунта	Показатель текучести
Супеси	
твердые	< 0
пластичные	0–1,0
текучие	> 1
Суглинки и глины	
твердые	< 0
полутвердые	0–0,25
тугопластичные	0,25–0,5
мягкопластичные	0,5–0,75
текучепластичные	0,75–1,0
текучие	> 1,0

Классификация глинистых грунтов по содержанию песчаных частиц и числу пластичности I_p приведена в таблице 4.

В зависимости от содержания частиц крупнее 2 мм глинистые грунты делятся на: 1) супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем); 2) Супесь, суглинок, глина галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные), таблица 5.

Среди глинистых грунтов выделяются: грунт заторфованный; просадочные грунты; набухающие (пучинистые) грунты. *Грунт заторфованный* – песок и глинистый грунт, содержащий в своем составе в сухой навеске от 10 до 50 % (по массе) торфа. По относительному содержанию органического вещества I_r глинистые грунты и пески подразделяют согласно таблице 6.

Таблица 4 – Классификация глинистых грунтов по гранулометрическому составу и числу пластичности [1, 2]

Разновидность глинистых грунтов	Число пластичности I_p	Содержание песчаных частиц (2–0,5мм), % по массе
Супесь		
песчанистая	1–7	50
пылеватая	1–7	< 50
Суглинок		
легкий песчанистый	7–12	40
легкий пылеватый	7–12	< 40
тяжелый песчанистый	12–17	40
тяжелый пылеватый	12–17	< 40
Глина		
легкая песчанистая	17–27	40
легкая пылеватая	17–27	< 40
тяжелая	> 27	Не регламентируется

Таблица 5 – Содержание твердых частиц в глинистых грунтах [2]

Разновидность глинистых грунтов	Содержание частиц крупнее 2 мм, % по массе
Супесь, суглинок, глина с галькой (щебнем)	15–25
Супесь, суглинок, глина галечниковые (щебенистые) или гравелистые (дресвяные)	25–50

Таблица 6 – Классификация глинистых грунтов по содержанию органических веществ [2]

Разновидность грунтов	Относительное содержание органического вещества I_r , д. е.
Сильнозаторфованный	0,50–0,40
Среднезаторфованный	0,40–0,25
Слабозаторфованный	0,25–0,10
С примесью органических веществ	0,10–0,05

Грунт набухающий – грунт, который при замачивании водой или другой жидкостью увеличивается в объеме и имеет относительную деформацию набухания (в условиях свободного набухания) больше 0,04. По относительной деформации набухания без нагрузки e_{sw} глинистые грунты подразделяют согласно таблице 7.

Таблица 7 – Относительная деформация набухания глинистых грунтов [1]

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация набухания без нагрузки e_{sw} , д. е.
Ненабухающий	< 0,04
Слабонабухающий	0,04–0,08
Средненабухающий	0,08–0,012
Сильнонабухающий	> 0,12

Грунт просадочный – грунт, который под действием внешней нагрузки и собственного веса или только от собственного веса при замачивании водой или другой жидкостью претерпевает вертикальную деформацию (просадку) и имеет относительную деформацию просадки $e - 0,01$.

В зависимости от просадки и собственного веса при замачивании просадочные грунты подразделяются на два типа: тип 1 – когда просадка грунта от собственного веса не превышает 5 см; тип 2 – когда просадка грунта от собственного веса более 5 см.

По относительной деформации просадочности e_{sl} глинистые грунты подразделяют согласно таблице 8.

Таблица 8 – Относительная деформация просадочности глинистых грунтов [1]

Разновидность глинистых грунтов	Относительная деформация просадочности e_{sl} , д. е.
Непросадочный	< 0,01
Просадочный	> 0,01

Грунт пучинистый – дисперсный грунт, который при переходе из талого в мерзлое состояние увеличивается в объеме вследствие образования кристаллов льда и имеет относительную деформацию морозного пучения $e_{fn} \approx 0,01$. Эти грунты не пригодны для строительства, их необходимо удалить и заменить грунтом с хорошей несущей способностью.

Из всех однопородных дисперсных грунтовых толщ наибольшим распространением (> 1/3 территории Беларуси) пользуются глинистые толщи, сложенные различными по возрасту и генезису отложениями [5]. На севере страны – в Белорусском Поозерье – эти толщи выполнены верхнеплейстоценовыми поозерскими валунными моренными суглинками и супесями (Q_{3pz}) и ленточными глинами и суглинками. В центральной части республики глинистые грунтовые толщи сложены среднеплейстоценовыми сожскими (Q_{2sz}) моренными суглинками, супесями, реже глинами, с обильным включением гравийно-галечно-валунного материала, часто перекрытые покровными суглинками. На юге страны, в пределах Белорусского Полесья, этот тип грунтовых толщ распространен весьма незначительно и представлен среднеплейстоценовыми днепровскими моренными (gQ_{2dn}) валунно-галечными супесями и суглинками. Глинистые грунтовые толщи спорадически обводнены – к ним приурочены грунтовые и напорные воды. Уровни воды устанавливаются на глубинах от одного до десятков метров, чаще – более 10 м.

Все глинистые грунты могут служить хорошим основанием для фундаментов инженерных сооружений, если грунтовые воды залегают на значительной глубине, а сам грунт будет однороден по составу. Моренные (g) глинистые грунты в большинстве случаев считаются надежными основаниями для самых тяжелых и ответственных сооружений, что обусловлено их плотным сложением, очень низкой пористостью и слабой сжимаемостью.

Список литературы

- 1 ГОСТ 25100-2020 Грунты. Классификация. – Межгосударственный стандарт. Грунты. Классификация. – Москва, 2020. – 41 с.
- 2 СТБ 943-2007. Грунты. Классификация. – Минск: Госстандарт, 2008. – 24 с.
- 3 Грунтоведение / В.Т. Трофимов [и др.] / под ред. В.Т. Трофимова. – М.: МГУ, 2005. – 1024 с.
- 4 Крамаренко, В.В. Грунтоведение / В.В. Грунтоведение. Учебное пособие. – Томск, ТПУ, 2011. – 431 с.
- 5 Галкин, А.Н. Инженерная геология Беларуси. Том 1. Грунты Беларуси: Монография в 3-х т. / А.Н. Галкин / Под ред. В.А. Королева. – Витебск: ВГУ имени П.М. Машерова, 2016. – 368 с.

T. A. MELEZH

CLAY SOILS: PROPERTIES AND CLASSIFICATION

*Francisk Skorina Gomel State University,
Gomel, Republic of Belarus,
tatyana.melezh@mail.ru*

The paper provides a classification of clay soils and describes their properties. According to the regulatory documentation, the following are distinguished among clay soils: blocked soil; subsidence soils; swelling (heaving) soils. Clay soils characteristic of various genetic types of Quaternary deposits: eluvial, moraine, fluvioglacial, lacustrine, alluvial.

Key words: soil, clay soil, classification, properties, loam, sandy loam, fluidity, plasticity.