

Родкевич Г.С., канд. техн. наук, Межотраслевой институт повышения квалификации и переподготовки кадров по менеджменту и развитию персонала БНТУ, г. Минск, Беларусь

Классификация грунтов Беларуси

Classification soils of Belarus

Обобщен опыт применения и дано обоснование новизны принятых решений по классификации грунтов Беларуси. Приведены основные положения принятой классификации по группам признаков и результатам статического и динамического зондирования.

Experience of application is generalised and the substantiation of novelty of the accepted decisions on classification soils is given Belarus. Substantive provisions of the accepted classification by groups of signs and to results of static and dynamic sounding are resulted.

Классификация грунтов Беларуси (рис.1) принятая в СТБ 943-2007 [1] включает следующие таксономические единицы, выделяемые по группам признаков:

- класс – по характеру структурных связей;
- группа – по происхождению (генетическое подразделение первого порядка);
- подгруппа – по условиям образования (генетическое подразделение второго порядка);
- тип – по петрографическому и гранулометрическому составу, числу пластичности, по совокупности признаков в соответствии с терминами и определениями;
- вид – по структуре, текстуре, составу цемента и примесей, содержанию заполнителя и включений, гранулометрическому составу и степени его неоднородности, пористости, относительно содержанию органического вещества, зольности торфа, по способу преобразования, степени уплотнения от собственного веса, возрасту намывного грунта;

– разновидность – по физическим, механическим, химическим свойствам и состоянию.

К предусмотренным признакам грунтов допускается вводить дополнительные, если это необходимо для более детального подразделения и характеристики свойств грунтов, учета специфики строительства. Дополнительные признаки грунтов могут основываться на частных, отраслевых и региональных классификациях, установленных ТНПА, утвержденными или согласованными Минстройархитектуры Республики Беларусь. Дополнительные признаки грунтов не должны противоречить классификации стандарта.

Грунты оснований по характеру структурных связей подразделяются на два класса:

– класс грунтов с жесткими структурными связями (класс скальных грунтов);

– класс без жестких структурных связей (класс нескальных дисперсных грунтов).

Группы, подгруппы, типы, виды и разновидности грунтов выделяются согласно таблиц.

В классе скальных грунтов выделяются группы: магматические, метаморфические, осадочные цементированные и искусственные. По пределу прочности при одноосном сжатии они подразделяются на скальные и полускальные (граничное значение 5 МПа).

Нескальные дисперсные грунты подразделяют на две группы: осадочные нецементированные и искусственные. Осадочные нецементированные делят на пять подгрупп: обломочные крупнообломочные, песчаные и глинистые, биогенные и почвы.

К крупнообломочным относятся несвязные грунты, в которых масса частиц крупнее 2 мм составляет более 50 %. По гранулометрическому составу подразделяются на типы: валунный, галечниковый и гравийный грунт (при преобладании неокатанных частиц – глыбовый, щебенистый и дресвяный). Вид крупнообломочного грунта определяется по составу и содержанию заполнителя: с песчаным заполнителем – при его содержании более 40 % и с глинистым заполнителем – при его содержании более 30 %. Свойства крупнообломочных грунтов определяются по испытаниям заполнителя. при меньшем содержании заполнителя – испытаниями грунта в целом.

Определяющими показателями для определения разновидности песка является результаты зондирования – показатели прочности грунта (табл. 1).

Деление песчаных грунтов осадочных обломочных (природного сложения) и насыпных (искусственных) по показателю максимальной неоднородности производится на: однородные, среднеоднородные, неоднородные и повышенной неоднородности. Деление принято на основании анализа исследования статистических параметров использования различных показателей неоднородности.

Таблица 1

Разновидности песка (песчаных грунтов) по результатам зондирования

Вид песчаного грунта	Разновидность песчаных грунтов по прочности	Удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_c , МПа	Условное динамическое сопротивление грунта p_d , МПа
Гравелистый, крупный, средней крупности, независимо от влажности	Прочный	$q_c > 15,0$	$p_d > 14,0$
	Средней прочности	$2,8 \leq q_c \leq 15,0$	$2,8 \leq p_d \leq 14,0$
	Малопрочный	$q_c < 2,8$	$p_d < 2,8$
Мелкий, независимо от влажности	Прочный	$q_c > 8,3$	$p_d > 8,5$
	Средней прочности	$1,7 \leq q_c \leq 8,3$	$2,2 \leq p_d \leq 8,5$
	Малопрочный	$q_c < 1,7$	$p_d < 2,2$
Пылеватый маловлажный и влажный	Прочный	$q_c > 8,3$	$p_d > 8,5$
	Средней прочности	$1,2 \leq q_c \leq 8,3$	$1,5 \leq p_d \leq 8,5$
	Малопрочный	$q_c < 1,2$	$p_d < 1,5$
Пылеватый водонасыщенный	Прочный	$q_c > 5,8$	–
	Средней прочности	$1,0 \leq q_c \leq 5,8$	–
	Малопрочный	$q_c < 1,0$	–

Песок (песчаный грунт) – несвязный минеральный грунт, в котором масса частиц размером крупнее 2 мм составляет менее 50 %

и число пластичности меньше 1. По гранулометрическому составу песок делится на виды: гравелистые, крупные, средние, мелкие и пылеватые.

При относительном содержании органического вещества от 0,03 до 0,10 – выделяют песчаные грунты с примесью органического вещества, при меньшем содержании – без примеси органического вещества.

Грунт глинистый – связный минеральный грунт, обладающий сцеплением между частицами (связностью) и имеющий число пластичности не менее единицы. Глинистые грунты подразделяются по числу пластичности на супеси, суглинки и глины (граничные значения числа пластичности 1,7 и 17 соответственно).

При относительном содержании органического вещества от 0,05 до 0,10 – выделяют глинистые грунты с примесью органического вещества, при меньшем содержании – без примеси органического вещества.

Определяющими показателями для определения разновидности глинистого грунта является результаты зондирования - показатели прочности грунта (табл. 2).

Таблица 2

Разновидности глинистых грунтов по результатам зондирования

Тип, подгруппа (генезис) глинистых грунтов	Разновидность глинистых грунтов по прочности	Удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_c , МПа	Условное динамическое сопротивление грунту p_d , МПа
Супесь, суглинок, глина (моренные)	Очень прочные	$q_c > 6,5$	$p_d > 8,3$
	Прочные	$2,5 < q_c \leq 6,5$	$2,8 < p_d \leq 8,3$
	Средней прочности	$1 \leq q_c \leq 2,5$	$1,2 \leq p_d \leq 2,8$
	Слабые	$q_c < 1$	$p_d < 1,2$
Супесь, суглинок, глина (кроме моренных)	Очень прочные	$q_c > 10$	–
	Прочные	$4,6 < q_c \leq 10$	–
	Средней прочности	$1 \leq q_c \leq 4,6$	–
	Слабые	$q_c < 1$	–

В группу биогенных грунтов относят грунты, характеризуемые, как правило, значительным содержанием органического вещества

(озерные, болотные, озерно-болотные, озерно-аллювиальные, аллювиально-болотные и др.): ил, мергель озерно-болотный, сапрпель, торф и грунт заторфованный.

К илам относят водонасыщенные современные осадки водоемов, природная влажность которых, как правило, превышает влажность на границе текучести, коэффициент пористости не менее 0,9, относительное содержание органического вещества менее 10 %, содержание карбонатов <10 %.

К сапрпелям относят пресноводные илы, которых содержание частиц размером более 0,25 мм не превышает 5 %, содержащие >10 % органического вещества, как правило, коэффициент пористости более 3, показатель текучести более 1.

Грунт заторфованный характеризуется содержанием по массе органического вещества от 10 до 50 %.

При содержании органического вещества по массе 50 % и более выделяют торф (тип биогенного грунта). Наименования терминов классификации торфа – деления на виды «по степени зольности» и на разновидности «по степени разложения органического вещества» приведено в соответствии со стандартами, по которым эти характеристики определяются (ГОСТ 11306-83 – «зольность торфа» и ГОСТ 10650-93 – «степень разложения торфа»).

Состав биогенных грунтов дополнен карбонатной породой – мергелем озерно-болотным. Определение термина мергель озерно-болотный – водонасыщенный современный осадок водоемов, природная влажность которого превышает влажность на границе текучести, коэффициент пористости – не менее 0,9, относительное содержание органических веществ – менее 10 %, содержание карбонатов (CaCO_3) – более 10 % [1,2].

Почвы подразделяют по гранулометрическому составу и числу пластичности, так же как и песок, глинистые грунты и грунт заторфованный.

К искусственным грунтам относятся грунты природного сложения, закрепленные или уплотненные различными методами: преобразованные в природном залегании, насыпные и намывные. Эти грунты подразделяют в зависимости от состава и состояния, так же как и осадочные несцементированные обломочные, биогенные грунты и почвы. По результатам статического и динамического

зондирования выделяются разновидности насыпного песка (песчаных грунтов) (плановмерно возведенных насыпей) (табл. 3) и насыпного глинистого грунта (плановмерно возведенных насыпей)(табл. 4).

Таблица 3

Разновидности насыпных песчаных грунтов
(плановмерно возведенных насыпей)

Вид песчаного грунта	Коэффициент уплотнения K_y	Разновидность песчаных грунтов по прочности	Удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_c , МПа	Условное динамическое сопротивление грунта p_d , МПа
Гравелистый, крупный, средней крупности, независимо от влажности	$K_y > 1,00$	Очень прочный	$q_c > 15,0$	$p_d > 12,0$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочный	$8,3 < q_c \leq 15,0$	$8,5 < p_d \leq 12,0$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$2,8 \leq q_c \leq 8,3$	$2,8 \leq p_d \leq 8,5$
	$K_y < 0,92$	Малопрочный	$q_c < 2,8$	$p_d < 2,8$
Мелкий, независимо от влажности	$K_y > 1,00$	Очень прочный	$q_c > 8,3$	$p_d > 8,5$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочный	$5,4 < q_c \leq 8,3$	$5,9 < p_d \leq 8,5$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$1,7 \leq q_c \leq 5,4$	$2,2 \leq p_d \leq 5,9$
	$K_y < 0,92$	Малопрочный	$q_c < 1,7$	$p_d < 2,2$
Пылеватый маловлажный и влажный	$K_y > 1,00$	Очень прочный	$q_c > 8,3$	$p_d > 8,5$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочный	$3,9 < q_c \leq 8,3$	$4,6 < p_d \leq 8,5$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$1,2 \leq q_c \leq 3,9$	$1,5 \leq p_d \leq 4,6$
	$K_y < 0,92$	Малопрочный	$q_c < 1,2$	$p_d < 1,5$

Разновидности насыпных глинистых грунтов
(планомерно возведенных насыпей) по результатам зондирования
и коэффициенту уплотнения

Вид глинистого грунта	Коэффициент уплотнения K_y	Разновидность глинистых грунтов по прочности	Удельное сопротивление грунта под конусом зонда q_c , МПа	Условное динамическое сопротивление грунта p_d , МПа
Супеси моренные $W = (0,8 - 1,2)W_o$	$K_y > 1,00$	Очень прочные	$q_c > 8,0$	$p_d > 10,0$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочные	$4,5 < q_c \leq 8,0$	$5,2 < p_d \leq 10,0$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$1,5 \leq q_c \leq 4,5$	$1,7 \leq p_d \leq 5,2$
	$K_y < 0,92$	Слабые	$q_c < 1,5$	$p_d < 1,7$
Суглинки моренные $W = (0,8 - 1,2)W_o$	$K_y > 1,00$	Очень прочные	$q_c > 8,0$	$p_d > 10,0$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочные	$4,2 < q_c \leq 8,0$	$4,7 < p_d \leq 10,0$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$1,2 \leq q_c \leq 4,2$	$1,5 \leq p_d \leq 4,7$
	$K_y < 0,92$	Слабые	$q_c < 1,2$	$p_d < 1,5$
Супеси и суглинки лессовидные (пылеватые) $W = (0,8 - 1,2)W_o$	$K_y > 1,00$	Очень прочные	$q_c > 6,0$	$p_d > 8,0$
	$0,98 < K_y \leq 1,00$	Прочные	$4,0 < q_c \leq 6,0$	$4,5 < p_d \leq 8,0$
	$0,92 \leq K_y \leq 0,98$	Средней прочности	$1,0 \leq q_c \leq 4,0$	$1,2 \leq p_d \leq 4,5$
	$K_y < 0,92$	Слабые	$q_c < 1,0$	$p_d < 1,2$

Введение в нормативный документ научно-обоснованного деления насыпных грунтов по результатам зондирования и коэффициенту уплотнения, позволит существенно повысить научно-технический уровень документа в целом и сделает более полной классификацию этого вида грунтов. Материал для решения этой задачи достаточно обоснован и апробирован в ряде нормативных документов (Пособие П1-97 к СНиП 2.02.01-83, П2-2000 к СНБ 5.01.01-99, П5-2000 к СНБ 5.01.01-99, П12-200 к СНБ 5.01.01-99).

Решение необходимо в связи с возрастающими объемами использования этих грунтов в качестве основании зданий и сооружений.

По коэффициенту пористости (показатель плотности) дополнительно могут быть выделены разновидности песка (песчаных грунтов) (если установлено техническим заданием). Деление по коэффициенту пористости принято с целью унификации классификации грунтов с Российской Федерацией.

Типы и виды биохимических карбонатных грунтов выделяются с учетом классификации, приведенной в СТБ 934-2007.

Скальные и нескальные дисперсные грунты делятся на разновидности грунтов по температуре t , °С: немерзлые (талые) $t \geq 0$ и мерзлые $t < 0$.

Разработанная классификация деления грунтов на разновидности по температуре грунта и степени пучинистости позволяет расширить область действия классификации и установить взаимосвязь с действующими стандартами на определение характеристик мерзлых грунтов (ГОСТ 24847-81, ГОСТ 25358-82, ГОСТ 28622-90).

Принята классификация на разновидности осадочных несцементированных, и искусственных грунтов по относительной деформации морозного пучения грунта $\epsilon_{fh,д}$. е:

- | | |
|--------------------|------------------------------------|
| – непучинистый | $\epsilon_{fh} < 0,01$; |
| – слабопучинистый | $0,01 \leq \epsilon_{fh} < 0,04$; |
| – среднепучинистый | $0,04 \leq \epsilon_{fh} < 0,07$; |
| – сильнопучинистый | $\epsilon_{fh} \geq 0,07$. |

Расширение и уточнение классификации биогенных грунтов, и введение новых таксонометрических единиц классификации грунтов по температуре и степени пучинистости, используемых при проектировании оснований фундаментов, позволяет расширить область применения классификации грунтов.



Рис. 1. Классификация грунтов Беларуси

Технико-экономическое обоснование принятых требований по классификации грунтов позволит сократить объемы отбора образцов грунта ненарушенного сложения и лабораторных определений характеристик насыпных и биогенных грунтов с заменой их на результаты зондирования, повысить научно – технического уровень классификации по СТБ 943-2007 [1], стандарта, который является определяющим для оценки уровня развития технических нормативных правовых актов технических документов, действующих в области оснований и фундаментов в Республике Беларусь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СТБ 943-2007. Грунты. Классификация.
2. СТБ 1648-2006. Строительство. Основания и фундаменты. Термины и определения