

Д.И. ПРИЛУЦКАЯ

## ТЕХНОГЕННЫЕ ГРУНТЫ: ИХ ОСОБЕННОСТИ И КЛАССИФИКАЦИИ

*УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,  
г. Гомель, Республика Беларусь,  
[d\\_evil.mello@mail.ru](mailto:d_evil.mello@mail.ru)*

*От надежности функционирования системы «основание-фундамент-сооружение» зависит срок эксплуатации здания. Выбор местоположения строительной площадки невозможен без понимания принципов, на которых основывается классификация грунтов.*

Грунт представляет собой естественную среду, в которой размещается подземная часть зданий и сооружений.

На основании общепринятой классификации, указанной в ГОСТ 25100-95, техногенные грунты считаются отдельным классом. Термин «техногенные грунты» используется для обобщенного наименования искусственных грунтов, образовавшихся в результате горнотехнической, инженерно-строительной, сельскохозяйственной и других видов человеческой деятельности, в связи с чем, техногенные грунты часто именуют антропогенными.

От надежности функционирования системы «основание-фундамент-сооружение» зависит и срок эксплуатации здания, и уровень «качества жизни» его жильцов. Причем, надежность указанной системы базируется именно на характеристиках грунта, т. к. любая конструкция должна опираться на надежное основание.

Наибольшее количество техногенных грунтов образуется в районах крупных горнодобывающих комплексов, урбанизированных агломераций, крупных и старых городов. Мощность отложений техногенных грунтов достигает десятков и сотен метров. Техногенные грунты часто становятся основанием и материалом для строительства сооружений различного типа. Техногенные отложения используются в качестве

закладочного материала при проведении горных работ, в строительстве дорожного покрытия и в технологии рекультивации земель. Утилизацию техногенных грунтов, состоящих из зол ТЭС, металлургических шлаков, вскрышных пород, производят, используя, как дорожно-строительные материалы. Стоит также отметить, что складирование и длительное хранение горнотехнических и промышленных отходов требуют значительных затрат, приводят к потере ценных сельскохозяйственных угодий, загрязнению атмосферы, поверхностных и подземных вод.

Класс техногенных (скальных, дисперсных и мерзлых) грунтов – грунты с различными структурными связями, образованными в результате деятельности человека, подразделяют на группы, подгруппы, типы и виды. Так, например, А.П. Афонин выделяет 3 группы техногенных грунтов. Техногенно-образованные грунты – твердые отходы производственной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение вещественного состава природного минерального и органического сырья. Техногенно-переотложенные грунты – природные грунты, перемещенные с мест их естественного залегания, подвергнутые частичной производственной переработке в процессе их перемещения. Техногенно-измененные грунты – природные грунты, для которых средние значения показателей физических и химических свойств изменены не менее чем на 15 %, а механических свойств – не менее чем на 30 %. Понятие «техногенно-измененные грунты» распространяется не только на грунты, подвергшиеся воздействию методов технической мелиорации, но и на природные грунты, в которых под влиянием деятельности человека произошли различные изменения как состава, так и свойств.

Согласно Р.А. Мангушеву, различают насыпные, намывные и измененные на месте техногенные грунты. Насыпные грунты представлены отвалами, сформировавшимися при ведении строительных и земляных работ, подсыпок и т. п., а также грунтами культурного слоя и твердыми отходами различных производств. Намывные грунты образуются в процессе переукладки природного грунта гидромеханизированным способом (они слагают гидроотвалы, намывные территории, хвостохранилища и т. п.). Техногенные грунты, измененные на месте, формируются при добыче полезных ископаемых методами подземного выщелачивания, а также в результате технической мелиорации грунтов и других видов хозяйственной и промышленной деятельности [1].

При выборе методов производства земляных работ необходимо учитывать следующие основные характеристики техногенных грунтов: гранулометрический состав, плотность, влажность, липкость, разрыхляемость, сцепление, угол естественного откоса, сложность (трудоемкость) разработки.

В зависимости от этих характеристик грунты в строительстве рассматривают с точки зрения:

- пригодности в качестве оснований различных зданий и сооружений и размера допускаемой на них нагрузки;
- возможности их использования в качестве постоянных сооружений, т. е. как материала для устройства насыпей и выемок;
- целесообразности или возможности применения того или иного метода разработки грунтов.

В зависимости от среднего размера частиц, составляющих техногенный грунт, по гранулометрическому составу их подразделяют на: глинистые (< 0,005 мм), пылеватые (0,005–0,05 мм); пески (0,03–3 мм), гравий (3–40 мм), галька, щебень (40–200 мм), камни, валуны (> 200 мм).

Пески, в свою очередь, подразделяют на: мелкозернистый (более 50 % объема составляют частицы размером 0,1–0,25 мм), среднезернистый (частицы 0,25–0,5), крупнозернистый (0,5–3 мм).

Важным компонентом большинства грунтов является наличие в них глинистых частиц. Грунты, в зависимости от содержания в их объеме глинистых частиц подразделяются на: пески (< 3 %), супеси (3–10 %), суглинки (10–30 %), песчанистые глины (30–60 %), тяжелые глины (> 60 %).

При возведении земляного полотна и устройстве различных инженерных сооружений на автомобильных дорогах наиболее часто приходится иметь дело с песчаными и глинистыми грунтами. Для насыпей используют те грунты, состояние которых под действием природных факторов не изменяется или изменяется незначительно, что не влияет на прочность и устойчивость в земляном полотне. К ним относятся скальные неразмягчаемые породы, крупнообломочные, песчаные (кроме мелких и пылеватых), супеси легкие и крупные. Эти грунты используют без ограничений.

Грунты глинистые, мелкие и пылеватые пески, размягчаемые скальные грунты пригодны для сооружения земляного полотна, но при этом имеются некоторые ограничения.

Влажность грунта характеризуют степенью насыщения грунта водой и определяют отношением массы воды в грунте к массе твердых частиц грунта. В зависимости от влажности, грунты подразделяют на: маловлажные (< 5 %), влажные (5–30 %), насыщенные водой (> 30 %). Грунты, разрабатываемые строительными машинами, обычно имеют влажность 10–20 %.

Плотность грунта — это масса 1 м<sup>3</sup> грунта в естественном состоянии, т. е. в плотном теле. Плотность различных видов грунта изменяется в значительных пределах. Так, плотность илистых грунтов в среднем составляет 0,6 т/м<sup>3</sup>, песчаных грунтов 1,6–1,7 т/м<sup>3</sup>, скальных грунтов 2,6–3,3 т/м<sup>3</sup>.

Сцепление грунта характеризуют начальным сопротивлением сдвигу, оно зависит от вида грунта и его влажности. Так, сила сцепления для песчаных грунтов составляет 0,03–0,05 МПа, для глинистых 0,05–0,3 МПа. От плотности и силы сцепления частиц грунта между собой зависит производительность строительных машин.

Липкость — способность грунта при определенной его влажности прилипать к поверхности различных предметов. Большая липкость грунта усложняет выгрузку грунта из ковша механизма или кузова, условия работы транспорта и др. Липкость определяют усилием, необходимым для отрыва прилипшего предмета от грунта (для глины липкость достигает 0,05 МПа).

При разработке грунт разрыхляется и его объем по сравнению с первоначальным увеличивается. По этой причине различают объем грунта в естественном и разрыхленном состоянии. Разрыхляемостью называют способность грунтов, пород, материалов при разработке увеличиваться в объеме. Коэффициент разрыхления  $K_r$  представляет собой отношение грунта в разрыхленном состоянии к объему грунта в естественном состоянии. Для большинства грунтов  $K_r = 1,1–1,4$ , для мерзлых фунтов и скальных пород  $K_r = 1,5–1,7$ .

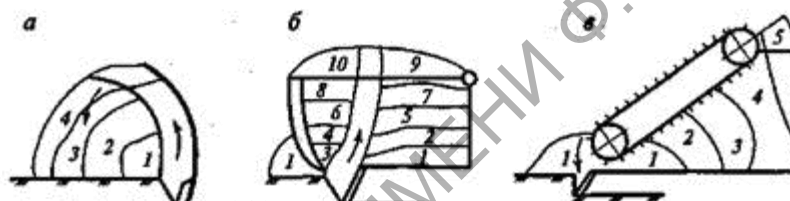
Важным параметром является также и крутизна откосов. По условиям техники безопасности рытье котлованов и траншей с вертикальными стенками без их крепления допускается только в грунтах естественной влажности на глубину, не превышающую следующих значений:

- в насыпных, песчаных и гравелистых грунтах 1 м;
- в супесях 1,25 м;
- в суглинках и глинах 1,5 м;
- в особо плотных нескальных грунтах 2,0 м.

Допускается рытье траншей глубиной до 3 м без креплений в особо плотных нескальных породах при условии, что они будут разрабатываться с помощью механизмов и без спуска рабочих в эти траншеи. При глубине, больше указанной котлованы и траншеи разрабатывают с откосами или с креплением стенок.

Комплексными показателями для оценки разрабатываемых грунтов рабочими органами строительных машин являются удельные сопротивления грунта резанию Крез и копанию Кк, т. е. сопротивления на рабочих органах, отнесенные к площади поперечного сечения вырезаемой стружки. При этом сопротивление копанию включает в себя все сопротивления при разрушении грунта и наполнении рабочего органа, а сопротивление резанию – только сопротивление от вырезания стружки.

Картина процесса копания и набора грунта рабочими органами многих землеройных машин в принципе аналогична (рисунок 1). Режущие ножи в нижней части рабочих органов отделяют грунт от массива (происходит процесс резания). Вырезанный грунт затем захватывается и накапливается рабочими органами. При этом происходят такие явления, как движение грунтовой стружки и образование призмы волочения. Грунтовая стружка поднимается вверх по поверхности отвалов под призмой волочения – у отвальных рабочих органов или внутри накапливаемых масс грунта – у ковшовых рабочих органов. Совокупность этих процессов, включая и резание, называют копанием. Удельные сопротивления резанию и копанию используют при расчетах, испытаниях и исследованиях машин, но ввиду трудоемкости их определения в полевых условиях (сложные силоизмерительные подвески рабочих органов или их моделей, трудоемкие расчеты и замеры объемов грунтовых масс) классификация разрабатываемых грунтов по удельным сопротивлениям резанию и копанию затруднена.



а – с отвалами бульдозера и автогрейдера; б – ковшом скрепера;  
в – ковшом скрепера с элеваторной загрузкой (цифры обозначают ориентировочную последовательность заполнения рабочих органов)

**Рисунок 1 – Схемы копания и набора фунта рабочими органами землеройно-транспортных машин**

Для разработки грунта вручную принято 7 групп, а именно: песок, супесок, суглинок, глина, лесс – группы 1–4; крупнообломочные грунты – группа 5; скальные грунты – группы 6 и 7. Песок, суглинок и глинистые грунты (принадлежат к 1–4 группе) разрабатывают обычными экскаваторами и бульдозерами, последующие группы – грунты требуют предварительного рыхления, в том числе и взрывным способом [2].

В основу принятой классификации грунтов по группам трудности их разработки, предложенной профессором А.Н. Зелениным, положен более простой показатель – прочность грунтов по числу ударов специального плотномера – ударника ДорНИИ. Ударник ДорНИИ представляет собой простейший прибор по типу забиваемого стержня. Стержень погружается в грунт под действием ударов падающей гири. Масса гири 2,5 кг, высота ее падения 400 мм, площадь сечения стержня 1 см<sup>2</sup>, глубина погружения 100 мм.

Достоинство ударника ДорНИИ – простота оценки прочности грунта, недостаток классификации грунтов по показаниям ударника ДорНИИ – условность оценки разрабатываемого грунта по одним прочностным показателям независимо от типа рабочего оборудования. Некоторые исследователи на основе обработки и обобщения результатов экспериментов рекомендуют корреляционные зависимости между числом ударов ударника ДорНИИ и удельным сопротивлением резанию и копанию [3].

Таким образом, глубокая классификация грунтов по группам и разновидностям дает вполне персонафицированное представление обо всех преимуществах и недостатках будущей строительной площадки. В практическом плане подобная классификация грунтов по группам позволяет получить представление о физических характеристиках почвы «без оглядки» на конкретный вид грунта. Имея представление о свойствах одного вида грунта, мы получаем сведения о характеристиках всех видов почвы из конкретной группы, что позволяет внедрять в процесс проектирования усредненные схемы, облегчающие прочностные расчеты.

### Список литературы

- 1 Мангушев, Р. А. Механика грунтов: учебное пособие / Р.А. Мангушев, В.Д. Карлов, И.И. Сахаров. – М. : АСВ, 2009. – 266 с.
- 2 Физико-механические свойства техногенных грунтов [Электронный ресурс] / URL: <http://stroy-technics.ru> – Дата доступа: 12.02.2017.
- 3 Зеленин, А. Н. Основы разрушения грунтов механическими способами: изд. 2-е перераб. и доп. / А.Н. Зеленин. – М. : Машиностроение, 1968. – 376 с.

*D.I. PRILUTSKAYA*

### ***TECHNOGENIC SOIL: THEIR FEATURES AND CLASSIFICATION***

*The service life of a building depends on the reliability of operation of the system «base-foundation-building». Selecting the location of the construction site is impossible without an understanding of the principles on which the classification of grounds.*