36. -» Классификация техногенных грунтов / А.П.Афонин, И.В.Дудлер, Р.С.Зиангиров,Ю.М.Лычко, Е.Н.Огородникова, Д.В.Спиридонов,- Д.С.Дроздов. — Инженерная геология, 1990, -№ 1, с.115-121.

МОСКВА «НАУКА»

СОДЕРЖАНИЕ

Вознесенский Е. А., Федотов А. Ю., Кешишев В. Н. Инженерно-геологические ис­следовании глубоководных илов Мирового океана: состояние проблемы (об­
зор) 3

Энгельс А. А. О неоднородности крупнообломочных 'грунтов н масштабных эф­
фектах 20

Грунтоведение

Знангиров Р. С., Кутергиц В. Н„ Массух М., Куваев С. А. Закономерности де­формирования крупнообломочных грунтов при циклическом нагружении . 33

Яницкий П. А. Влагоперенос и льдонакоплеине в дисперсных породах ... 44

Инженерная геодинамика

Коржененский Б. И., Корженевский И. Б., Борисенко Л. С., Селюков Е. И. Экзо­генные и эндогенные факторы гравитационного деформирования склонов Юж­ного берега Крыма 31

Болиховскнй В. Ф.. Кюнтцел~~ь~~ В. В. Развитие оползней в многолетнемерзлых по­родах тундры Западной Сибири 65

ч

Региональная инженерная геология

Пашкина В. П. Типизация геологической среды при мелиоративном воздействии на основе стратиграфо-генетических показателей (на примере Владимирской области) 71

Охрана геологической среды

Жигалин А. Д„ Локшин Г. П., Просунцова Н. С. Опыт количественной оценки
техногенного воздействия на геологическую среду ....... 79

Методы и методика исследований

Николаев С. В., Сенатская Г. С., Свиточ Н. А.. Толстых Т. Н. Методический под­
в ход к разработке рекомендаций по охране геологической среды в горнодобы­
вающих районах 86

Лёхов М. В. Простые геофнльтрационные модели верховых горизонтов на участ­
ках ГАЭС. 94

Богословский В. А., Григорьева Р. П„ Ильина Е. Б., Кузьмина Э. Н., Огиль-
ви А. А.. Перваго Т. В. Геофизическое моделирование геологической среды Московского региона 104

Обсуждаем нормативные документы

Афонин А. П.. Дудлер И. В., Зиангиров Р. С., Лычко Ю. М., Огородникова Е. Н.,
Спиридонов Д. В., Черняк Э. Р., Дроздов Д. С. Классификация техногенных
грунтов • 115

© Отделение геологии, геофизики,

геохимии и горных наук АН СССР, 1990

1

i

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

I

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

|  |  |
| --- | --- |
| ЖУРНАЛ ОСНОВАН В ЯНВАРЕ 1979 г. | 1 • 1990 |
| ВЫХОДИТ 6 РАЗ В ГОД | январь — февраль |

ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

1 • 1990

УДК 624.131
© 1990 г.

**А. П. АФОНИН, И. В. ДУДЛЕР, Р. С. ЗИЛНГИРОВ,**

**Ю. М. ЛЫЧКО, Е. Н. ОГОРОДНИКОВА, Д. В. СПИРИДОНОВ,**

**Э. Р. ЧЕРНЯК, Д. С. ДРОЗДОВ**

КЛАССИФИКАЦИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ГРУНТОВ

» Приведем анализ существующих классификации искусственных грун­

тов, показаны их достоинства и недостатки. Предлагается и обосновыва­ется новое понятие «техногенный грунт». Приводится классификация тех­ногенных грунтов.

Использование отходов производственной и хозяйственной деятель­ности человека — одна из актуальных задач настоящего времени.

Для оптимального использования в целях строительства различных типов искусственных (по терминологии ГОСТа 25100-82) грунтов необ­ходима детальная характеристика их инженерно-геологических свойств, что требует разработки соответствующих нормативных документов и в первую очередь классификации этих отложений. Существующая клас­сификация искусственных грунтов (ГОСТ 25100-82 [2]) не соответству­ет возросшим требованиям современной практики изысканий.

Среди классификаций искусственных грунтов могут быть выделены общие, частные, региональные. Общие классификации охватывают все наиболее раснрострапенные' тины искусственных грунтов. Частные клас­сификации развивают общую классификацию, подразделяют техноген­ные грунты на более низкие таксономические ранги, исходя, из опреде­ленных количественных показателей. Региональные классификации рас­сматривают искусственные грунты применительно к определенным тер­риториям.

К общим классификациям искусственных грунтов, разработанным в настоящее время, могут быть отнесены классификации Ф. В. Котлова [3] и М. И. Хазанова [6]. Впервые в работах Ф. В. Котлова сформули­ровано понятие «антропогенный литогенез» как «геологический процесс образования молодых в геологической истории земли отложений, свя­занных с хозяйственной деятельностью человека», а также показано, что антропогенные отложения занимают значительные площади, возраст их может изменяться от нескольких лет до нескольких миллионов лет, на­чинам с появления человека. Классификация включает четыре основных таксона: группы выделяются по условиям образования на наземные, подземные н подводные; генетический комплекс определяется техноло­гией образования; надкласс — видом промышленного воздействия, обус­ловившего образование искусственных грунтов; классы разделены по породам. Однако излишняя детализация классов, например в разделе подземных горных грунтов, искусственно преобразованных в естествен­ном залегании, и отсутствие классификационных показателей деления приводят к необходимости ее преобразования.

В работе М. И. Хазанова [(>] рассматриваются особенности распро­странения техногенных грунтов и их классификация. Заслугой М. И. Ха­занова явился подход к количественной оценке распространения техно­генных грунтов в соответствии с интенсивностью их образования. Клас­сификация включает два раздела: типизацию искусственных грунтов по условиям формирования н разделение по составу и инженерно-геологи-

115

ческим особенностям. По условиям образования выделяются три таксо­на: подгруппы по способу образования, тип по технологии образования, подтип по источнику накопления. Разделение по инженерно-геологиче­ским особенностям включает: вид по составу грунта, подвид по крупно­сти материала, разновидность по показателям свойств. Выделение видов и подвидов и особенно разновидностей позволяет отождествлять эту часть классификации искусственных грунтов с существующей классифи­кацией ГОСТа [2] на грунты. Недостатком классификации М. И. Хаза­нова является отсутствие взаимосвязи таксонов искусственных грунтов с их инженерно-геологическими свойствами.

К общим классификациям грунтов, включающим искусственные скальные и дисперсные грунты, могут быть отнесены Общая классифи­кация пемерзлых грунтов Е. М. Сергеева [5] и ГОСТ 25100-82 [2]. В последней классификации грунты подразделяются па: классы по ха­рактеру структурных связей; группы по происхождению; подгруппы по условиям формирования; типы по петрографическому, гранулометриче­скому составу и степени его неоднородности, числу пластичности; виды по структуре, текстуре, составу цемента, плотности сложения, относи­тельному содержанию и степени разложения органических веществ, по способу преобразования грунтов и степени уплотнения от собственного веса; разновидность—по физическим, физико-механическим, химиче­ским свойствам и состоянию. Однако краткое перечисление основных разновидностей техногенных грунтов в этих классификациях не может удовлетворять современным задачам инженерной геологии и охраны геологической среды.

Классификации 10. М. Абелева и В. И. Крутова, 10. М. Лычко, А. М. Худайбергенова [1, 4, 7] относятся к частным классификациям. В них детально охарактеризованы отдельные типы техногенных грунтов, что позволяет детализировать общую классификацию.

Анализ существующих классификаций доказывает их несовершенст­во, что обусловлено излишней детальностью, затрудняющей пользова­ние, отсутствием количественных признаков выделения отдельных так­сонов, особенно низкого ранга (общие классификации), либо детальной инженерно-геологической характеристикой отдельного класса в частных классификациях. Действующая классификация ГОСТа в разделе «Ис­кусственные грунты» также содержит некоторые недостатки, к которым могут быть отнесены следующие.

1. По классу грунтов с жесткими структурными связями указаны только преобразованные грунты в природном залегании. В то же время существуют доменные шлаки, Имеющие сходство с породами данного класса.
2. В классе грунтов без жестких структурных связей нет разделения искусственных грунтов по вещественному составу. В то же время в прак­тике исследований грунтов выделяется группа природного происхожде­ния; группа отложений, имеющих искусственное происхождение (отхо­ды промышленного, энергетического и другого производства). К послед­ней относятся отходы горно-обогатительных предприятий (естественные грунты, прошедшие производственную обработку), а также смешанные разновидности грунтов этих групп.
3. В один тин (насыпные или намывные) сведены шлаки, золы, бы­товые отходы, строительные свалки и т. д. С инженерно-геологических позиций эти грунты требуют разного подхода при их исследовании в за­висимости от состава, условий образования, неоднородности сложения и т. д. По-видимому, целесообразно провести более детальное разделе­ние этих видов грунтов.
4. Вид искусственных грунтов выделяется по способу преобразова­ния и степени уплотнения. Такое разделение неточное. Кроме того, не-

116

обходимо исключить из классификации термины «слежавшиеся» и «не- слежавшиеся» грунты.

Отсутствуют критерии выделения искусственных грунтов, слабо решены терминологические вопросы.

Таким образом, изложенное выше требует составления классифика­ции техногенных грунтов в дополнение к ГОСТу 25100-82.

Согласно формулировке ГОСТа, к искусственным грунтам относят­ся грунты природного происхождения, закрепленные и уплотненные раз­личными методами, насыпные, намывные, а также твердые отходы про­изводственной и хозяйственной деятельности человека. Этой формули­ровке присуши следующие недостатки: 1) понятие «искусственный» фактически не допускает применения в данной формулировке понятия «природный» и не объясняет генезис происхождения этого типа отло­жений, которые образуются прежде всего за счет технической деятель­ности человека; 2) отсутствует упоминание о важном типе естественных грунтов, которые изменены нецеленаправленным техногенным воздей­ствием, что приводит к их разуплотнению и разупрочнению; 3) должен быть сделан акцент на то, что в процессе техногенной деятельности че­ловека происходит образование новых типов отложений, причем это образование чаще всего происходит путем планомерных и сознательных мероприятий; 4) понятия «насыпные», «намывные», «уплотненные», «за­крепленные»— это таксоны классификации, которых не должно быть в общей формулировке.

С учетом сказанного авторским коллективом предложено заменить определение «искусственные грунты» на «техногенные грунты». Послед­нее более точно характеризует происхождение этих отложений и охва­тывает как измененные естественные грунты, так и новые материалы, не имеющие аналогов в природе по своему вещественному составу. Та­ким образом, под техногенными грунтами следует понимать техногенно- созданные образования или измененные горные породы, сформировав­шиеся в результате произпХ5Дственной и хозяйственной деятельности че­ловека. Это определение включает техногенно-созданные образования н техногенно-измененные горные породы (таблица).

В техногенно созданные образования включены техногенные грунты, вещественный состав которых не имеет аналогов в природе (например, металлургические шлаки, отходы химического производства и т. д.), а также природные грунты, подвергнувшиеся различной степени техноген­ной переработке, в процессе которой они были перемещены с мест их природного залегания. К таким грунтам можно отнести отходы горно­добывающих и горно-обогатительных предприятий, а также насыпные п намывные природные грунты, которые при транспортировке и укладке подвергаются разрушению, фракционированию, отмыву мелких фракций и т. д. Следовательно, техногенные грунты подразделяются на техногенно-образованные, техногенно-переотложенные и техногенно-измененные разности — *классы.*

Техногенно-образованные грунты — твердые отходы производствен­ной деятельности человека, в результате которой произошло коренное изменение вещественного состава природного минерального н 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 па 30%. По­нятие «техногенно-измененные грунты» распространяется не только на грунты, подвергшиеся воздействию методов технической мелиорации, по и па природные грунты, в которых под влиянием деятельности чело­века произошли различные изменения как состава, так и свойств. Эти

117

J

Классификация техногенных грунтов

изменения могут быть разными по интенсивности и знаку. Фактически количественные критерии, приведенные в определении техногенно-изме­ненных грунтов, позволяют установить границу влияния деятельности человека па геологическую среду. Безусловно, что эти критерии не могут быть использованы во всех случаях, так как воздействие человека на природу многообразно и неоднозначно. Поэтому вполне допустимо ис­пользование дополнительных критериев (показатели точности определе­ний свойств, характер изменчивости свойств, грунтов), если они позво­лят в конкретных инженерно-геологических условиях определить гра­ницу техногенных изменений грунтов более точно или надежно.

Таким образом, авторы выделяют три класса техногенных грунтов. В действующем ГОСТе выделяются два класса искусственных грунтов:

118

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс | Группа | Подгруппа | Тип | подтип | Вид | Разновидность |
| Техногенно-образованные | По виду деятельности (источнику формирования): строительрое, промышленное, горное производство,коммунальное хозяйство | Насыпные | Свалки | Твердые коммунальные и бытовые отходыСтроительные отходы | Блоки, крупнообломочне, песчаные, пылеватые, глинистые | Рыхлые, уп­лотнившиеся | По показателям вещественного состава и физико-механических свойств |
| Отвалы | Шлаки металлургическиеЗолошлакиШламы | РаспавшиесяНераснявшие­ся |
| Намывные | Гидро­отвалы | ЗолошлакиЗолыШламы | ХимическиактивныеИнертные |
| Техногенно-переотложенные | Насыпные | Отвалы | Вскрышные породыГорные выработкиГорно-обогатительные пред­приятияСтроительные | Свежеотсы­нанныеУплотнив­шиеся |
| Плано­мерно­возве­денные | НасыпиПлотиныТерриторииЛокальные сооружения | Рыхлые Средней плот• пости Плотные |
| Намывные | Гидро­ отвалы | Вскрышные породы горно- обогатительных предпри­ятии | Свеже намыв­ные |
| Плано­мерно­намыв­ные | ДамбыПлотиныТерриторииЛокальные сооружения | Уплотнив­шиесяУпрочнив-\*шиеся |
| Техногенно-изменённые | Изменённые физическим воздействием |  | УплотненныеРазуплотненныеЗамороженныеОттанвшнеОбезвоженныег | Упрочненные |
| Изменённые химико-физическим воздействием |  | УвлажненныеОсушенныеХимически модифицирован­ныеХимически закрепленные | Разупрочнен-ные |

с жесткими структурными связями и без них, причем к первому классу отнесены только закрепленные грунты. Последние занимают незначи­тельный объем в общей массе техногенных грунтов, поэтому выделение для них специального класса вряд ли целесообразно.

Три класса техногенных грунтов охватывают все многообразие дея­тельности человека, и отдельные виды производственной и хозяйствен­ной деятельности человека 0удут служить источниками формирования грунтов разных классов. Поэтому было принято решение классы грун­тов разделить на *группы* но виду деятельности (источнику формирова­ния). Выделены четыре источника формирования: строительное, про­мышленное, горное производство и коммунальное хозяйство.

Под техногенными грунтами, образованными в результате строитель­ного производства, понимаются все перемещенные грунты: подвергшие­ся технической мелиорации, претерпевшие изменение под влиянием различных строительных работ и воздействий па застраиваемых терри­ториях, а также свалки из строительных отходов.

Под техногенными грунтами, образованными в результате промыш­ленного производства, понимаются любые техногенные группы, полу­ченные в результате химических и термических преобразований мате­риалов природного происхождения. Под техногенными грунтами, обра­зованными в результате горного производства, понимаются природные горные породы, извлеченные из горных выработок, а также перерабо­танные в процессе их обогащения. Под техногенными грунтами, образо­ванными в результате коммунально-хозяйственной деятельности, следу­ет понимать твердые отходы, образующиеся в результате бытовой дея­тельности человека.

Кроме способа образования и источника формирования свойства тех­ногенных грунтов определяются также и способом их формирования. Большинство техногенных грунтов формируется двумя способами: от­сыпкой или намывом, в результате чего образуются *подгруппы* техно­генных грунтов: насыпньге-аэж-намывные. Насыпные грунты — техно­генные грунты, перемещение и укладка которых осуществляется с ис­пользованием транспортных средств. Намывные грунты— техногенные грунты, перемещение и укладка которых осуществляется с помощью средств гидромеханизации.

В классе техногенно-измененных грунтов выделяются две подгруппы: грунты, измененные физическим воздействием,— природные грунты, в которых техногенное воздействие изменяет текстурно-структурные по­казатели; грунты, измененные химико-физическим воздействием,— при­родные грунты, в которых техногенное воздействие изменяет их веще­ственный состав и текстурно-структурные показатели.

Таким образом, таксоны классификации «класс», «группа», «под­группа» характеризуют генезис техногенных грунтов. Более мелкие так­соны должны характеризовать их текстурно-структурные особенности и свойства. С этой точки зрения наиболее важным таксоном должен быть *тип,* который в классификации является связующим звеном между свойствами техногенных грунтов и их генезисом.

В классах техногенно-образованных и техиогенно-переотложенпых грунтов, в которых грунты формируются способами отсыпки и намыва, было принято решение выделить типы по условиям залегания грунтов: свалки, отвалы и планомерно-образованные. Такое разделение в первом приближении характеризует текстурные признаки техногенных грунтов вне зависимости от их состава. Свалки — это наиболее неупорядоченные отложения. Планомерно-образованные грунты характеризуются опреде­ленными заранее заданными свойствами, достижение которых обеспе­чивается комплексом организационных и технологических мероприятий. Отвалы занимают промежуточное положение между свалками и пла­номерно-образованными сооружениями из грунтовых материалов.

П9

В классе техногенно-образованных грунтов выделяются свалки ком­мунальных и строительных отходов, а также отвалы шлаков, зол, золо- шлаков и шламов. Под последними понимаются тонкодисперсные ма­териалы, образующиеся в различных отраслях хозяйства. Отдельно вы­делены металлургические шлаки, которые характеризуются рядом спе­цифических свойств.

В классе техногенно-переотложенных грунтов выделяются отвалы вскрышных пород, горных выработок и горно-обогатительных пред­приятий. Выделение конкретных грунтов в силу их большого разнообра­зия нецелесообразно. Планомерно-образованные грунты характеризуют­ся типом сооружений, который достаточно четко отражает текстуру грунтов. Насыпи и плотины — это линейные сооружения, которые тре­буют хорошего уплотнения грунтов. Территории — это площадные обра­зования с более широким диапазоном плотностных характеристик грун­тов. Локальные сооружения — обратные засыпки, планировка террито­рий—характеризуются сравнительно невысокими показателями плот­ности.

В классе техногенно-измененных грунтов подгруппа «измененные физическим воздействием» разделена на типы по видам воздействия: гравитационному — грунты уплотненные, разуплотненные; температур­ному— грунты замороженные, оттаявшие и обожженные.

Подгруппа «измененные химико-физическим» воздействием разделе­на на два вида воздействия: физико-химическое и химическое. Физико­химическое воздействие предполагает введение добавок различных ком­понентов (в том числе и воды), которые не приводят к существенному изменению вещественного состава грунтов. В этом случае изменение свойств грунтов происходит за счет развития в них физико-химических процессов. Химическое воздействие приводит к изменению веществен­ного состава грунтов. Если состав изменяется существенно, то образу­ется тип «химически закрепленного грунта». В случае, когда химиче­ское воздействие не приводит к существенному изменению состава, воз­никает тип «химически модифицированного грунта».

Структурные особенности техногенных грунтов определяются их дис­персностью. По размеру частиц грунтов выделяются подтипы техноген­ных грунтов: блочные, крупнообломочные, песчаные, пылеватые, глини­стые. Под блочными грунтами в данном случае понимаются химически закрепленные грунты и некоторые виды металлургических шлаков. Как правило, эти грунты представлены отдельными блоками и глыбами раз­личного размера, причем блоки и глыбы часто трещиноваты. Нижней границей выделения этого подтипа можно принять размер 100 см при условии, что блоков и глыб ≥100 см в общей массе грунта более 50%. Если глыб и блоков менее 50%. то грунт считается крупнообломочным. Все остальные границы разделения подтипов устанавливаются соглас­но ГОСТу 25100-82 [2].

Вид техногенных грунтов определяется наиболее общими и важными ' свойствами, присущими в той или иной мере всем типам грунтов. В ос­нову разделения видов положены прочность и плотность грунтов, изме­няющиеся в процессе техногенного литогенеза.

Разновидности грунтов характеризуются показателями вещественно­го состава и физико-механических свойств.

Таким образом, классификация техногенных грунтов включает семь таксономических единиц, выделяемых по группам признаков: класс — но происхождению (генетическое подразделение первого порядка); группа —по виду деятельности — источнику формирования (генетиче­ское подразделение второго порядка); подгруппа — по способу образо­вания (генетическое подразделение третьего порядка); тип — по петро­графическому составу и структурно-текстурным признакам; подтип — по дисперсности; вид — по степени самоуплотнения, уплотнения и упрочне-

120

ния, характеру техногенного литогенеза; разновидность — по показате­лям вещественного состава и физико-механических свойств. Помимо инженерно-геологических показателей все виды техногенных грунтов должны быть охарактеризованы с точки зрения экологической чистоты.

Сопоставление предлагаемой классификации техногенных грунтов с действующим ГОСТом 25100-82 показывает, что эти две классификации существенно отличаются друг от друга как по количеству таксонов, так и по сути самих таксонов.

При необходимости классификацию техногенных грунтов можно ре­комендовать как дополнение к ГОСТу, изменив при этом количество таксонов. Для этого в предлагаемой классификации классы и группы необходимо объединить. Этот объединенный таксон будет соответство­вать группе ГОСТа 25100-82. Все техногенные грунты будут размещены в классе грунтов без жестких связей. Подгруппы и типы техногенных грунтов можно объединить в один таксон, что будет соответствовать но­менклатуре «тип» ГОСТа, а объединение подтипа и вида предлагаемой классификации будет соответствовать «виду» ГОСТа. Таким образом, классификация техногенных грунтов может быть включена в действую­щий ГОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абелев Ю. М„ Крутов В. И. Возведение здании и сооружений на насыпных грунтах. М.: Госстройиздат, 1962. 147 с.
2. ГОСТ 25100-82. Грунты. Классификация. М.: Изд-во стандартов. 1982. 9 с.
3. Котлов Ф. В. Инженерная деятельность человека н геологическая среда//Матер. Все- союз. Межвед. конф. «Климат — город — человек». Сб. 1. М.: Наука, 1976. С. 3—14.

4 Лычко Ю. М. Использование промышленных отходов для устройства оснований зда­ний и сооруженнй//Сер. 8. Строительные конструкции. Вып. 5. М.: ВНИИИ Госстроя СССР, 1982. 66 с.

1. Сергеев Е. М., Голодковская Г. А., Зиангиров Р. С. Грунтоведение. М.: Изд-во МГУ, 1983. 389 с.
2. Хазанов М. И. Искусственные грунты, их образование и свойства. М.: Наука, 1975.

С. 72-89. .

1. Худайбергенов А. М. Инженерная геология правобережья р. Чирчика. Ташкент: ФАН, 1980. 192 с.

121

|  |  |
| --- | --- |
| ПНИИИС | Поступила в редакцию |
| МИСИ | 23.1.1989 |
| ВНИИОСП |  |
| МГУ |  |
| ВСЕГИНГЕО |  |