

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
Глава 1. ВИДЫ ГРУНТОВ И ТРЕБОВАНИЯ К ГРУНТАМ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ГТС	7
Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА РАЗЛИЧНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ	15
2.1. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами	15
2.2. Технология ведения земляных работ экскаваторами прямая лопата	18
2.3. Технология ведения земляных работ экскаваторами обратная лопата	23
2.4. Технология ведения земляных работ экскаваторами-драглайн.....	24
2.5. Технология ведения работ экскаватором-грейфером	24
2.6. Производительность экскаваторов	25
2.7. Производство земляных работ землеройно-транспортными машинами	26
2.7.1. Виды землеройно-транспортных машин	26
2.7.2. Технология ведения земляных работ скреперами.....	27
2.7.3. Технология ведения земляных работ бульдозерами.....	31
2.7.4. Технология ведения земляных работ грейдерами	34
2.7.5. Технология ведения земляных работ подъемно-транспортными машинами	34
Глава 3. СТРОИТЕЛЬНЫЙ ТРАНСПОРТ. ТРАНСПОРТ ГРУНТА.....	38
3.1. Виды строительного транспорта	38
3.2. Транспорт грунта.....	41
Глава 4. УКЛАДКА ГРУНТА И ВОЗВЕДЕНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ НАСЫПЕЙ	45
4.1. Качественные насыпи и технологические процессы	45
4.2. Сущность процесса уплотнения и классификация способов уплотнения.....	46
4.3. Способы уплотнения грунтов	51
4.4. Особенности возведения неоднородных качественных насыпей	57
4.4.1. Особенности уплотнения крупнообломочных грунтов.....	58
4.5. Производительности грунтоуплотняющих машин и параметров потока	58
4.5.1. Производительность машин непрерывного действия.....	58
4.5.2. Производительность машин циклического действия (плиты)	59
Глава 5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМОВ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ	61
5.1. Способы определения объемов земляных работ	61
5.2. Определение объемов выемок	61
5.3. Определение объемов насыпей.....	64
5.4. Баланс грунтовых масс	65
Глава 6. СТРОИТЕЛЬСТВО ГРУНТОВЫХ НАСЫПНЫХ ПЛОТИН	67
6.1. Подготовка основания под насыпь и укладка материалов в дренажные устройства плотины	69
6.2. Подготовительные работы при разработке карьеров и строительство землевозных путей.....	69
6.3. Укладка грунта в тело плотины	69
6.4. Укладка грунта в тело неоднородных земляных плотин	72
6.5. Планировка и крепление откосов земляных плотин	72
6.6. Рекультивация площади карьеров.....	72
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	74
Библиографический список	75

ВВЕДЕНИЕ

Учебное пособие по технологии возведения грунтовых сооружений (ГТС) разработано для специалистов и бакалавров, обучающихся по специализации «Гидротехническое строительство» в МГСУ и других вузах. Необходимость этого учебного пособия вызвана большим значением земляных работ для гидротехнического и гражданского строительства. Несмотря на снижение в последнее время объемов гидротехнического строительства, роль земляных работ продолжает оставаться актуальной для гражданского, промышленного, мелиоративного и других видов строительства.

Гидротехническое строительство ведется во всех географических зонах России и имеет ряд важных особенностей:

- отдаленность расположения объектов строительства от больших городов, культурных центров, железнодорожных и водных магистралей, источников электроэнергии и т.д.;
- зависимость организации строительства в целом и технологии производства отдельных видов строительных работ от местных строительно-хозяйственных и естественных условий (гидрологических, метеорологических, геологических, гидрогеологических, топографических);
- значительное разнообразие строительных объектов по составу инженерных сооружений, видам и объемам работ;
- необходимость параллельно или на подготовительном этапе строить дороги, линии электропередач и связи, водопроводные и газопроводные сети, жилые поселки, объекты культурно-бытового и производственного назначения, необходимые для нормальной эксплуатации объектов.

По объему, затратам труда и стоимости основное место в гидротехническом строительстве занимают земляные и бетонные работы. Стоимость земляных работ может достигать 50 % общей стоимости объекта. Объемы работ, особенно в гидротехническом строительстве, могут достигать многих миллионов м³ грунта. При строительстве Волжской ГЭС было переработано 162 млн м³, на Канале им. Москвы — 154 млн м³, на Братской ГЭС — 17,7 млн м³. На долю земляных работ при строительстве гидромелиоративных систем приходится до 60–80 % полной сметной стоимости системы.

Специалист по земляным работам должен обладать знаниями свойств и специфических особенностей используемых им строительных материалов, инженерного грунтоведения и современных, перспективных строительных машин и механизмов. Он должен знать конструкции возводимых сооружений, их особенности и предъявляемые к ним специфические требования.

В результате изучения курса, изложенного в пособии, специалист должен:

- иметь представление о видах работ, о ресурсах, необходимых для выполнения земляных строительных работ в соответствии с современными требованиями повышения их эффективности, экономичности и качества, о природоохранных мероприятиях при строительстве гидросооружений;
- знать технологию производства работ при строительстве основных гидротехнических объектов и сооружений, технологию специальных работ; требования к грунтовым строительным материалам и к качеству выполняемых работ; положения и принципы комплексной механизации работ с учетом достижений в области индустриализации строительства; методику определения объемов, потребных ресурсов для строительных работ;
- уметь устанавливать состав строительных операций для выполнения работ по основным сооружениям; обоснованно выбирать способ выполнения работ и необходимые машины и механизмы; определять трудоемкость, машиноемкость работ и потребное количество машин, материалов.

Учебное пособие предназначено для изучения в рамках дисциплин: «Технология и организация гидротехнического строительства» (08.05.01 Строительство уникальных зданий и сооружений); «Основы гидротехники и ее история» (08.03.01 Строительство) и др.

Оно призвано познакомить студентов с вопросами разработки, транспортировки и укладки грунта, возведения грунтовых сооружений. Учебное пособие будет полезно преподавателям для подготовки и проведения занятий, для самостоятельной работы студентов, ознакомления специалистов-практиков с вопросами возведения земляных сооружений.

Глава 1. ВИДЫ ГРУНТОВ И ТРЕБОВАНИЯ К ГРУНТАМ ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ГТС

Для выбора наиболее рациональных способов производства работ необходимо иметь достоверные геологические и гидрогеологические сведения о грунтах и правильную оценку их строительных свойств.

Верхние слои земной коры сложены в основном рыхлыми породами. На части суши присутствуют выходы на поверхность горных скальных пород. Рыхлые грунты в зависимости от минералогического и механического составов делят на несвязные (пески) и связные (глины).

Кроме того, имеются грунты, происхождение которых тесно связано с растительностью и деятельностью живых организмов. К ним относятся верхние почвенные слои (растительный грунт) и различные виды торфов.

В соответствии с ГОСТ, *грунтом* являются любые горные породы, почвы, осадки и техногенные образования, рассматриваемые как многокомпонентные динамичные системы и часть геологической среды, изучаемые в связи с инженерно-хозяйственной деятельностью человека.

Согласно Н.А. Цытовичу, *грунтами* называются все рыхлые горные породы коры выветривания литосферы, несвязные (сыпучие) или связные, прочность связей которых во много раз меньше прочности самих минеральных частиц.

У грунтов достаточно сложный состав, поэтому они отличаются от любых других применяемых в строительстве материалов. По структуре грунты являются многофазными системами. В их состав входят: твердый (минеральные частицы грунта), жидкий (вода) и газообразный (воздух) компоненты (фазы). От их соотношения зависят многие свойства грунтов.

Грунт является сложной трехфазной системой, в которую входят твердые частицы горных пород, вода и газ (воздух). Объем грунта зависит от суммарного объема всех его фаз, то есть объемов твердой, жидкой и газообразной составляющих.

Пространство, существующее между минеральными частицами, которое заполнено водой, газом или паром, называется *порами*. Систему составляющих грунт минеральных частиц именуют *скелетом грунта*. Прочность существующих структурных связей между минеральными частицами грунта определяет степень его связности.

Существуют следующие основные классы грунтов:

- 1) *класс скальных грунтов* — класс грунтов с жесткими структурными связями;
- 2) *класс нескальных (рыхлых) грунтов* — класс грунтов без жестких структурных связей.

Градации скальных грунтов по пределу прочности на одноосное сжатие в водонасыщенном состоянии (R_c , МПа) приведена в табл. 1.1.

К *скальным грунтам* относят:

- а) магматические (граниты, диориты, порфиры, долериты, базальты);
- б) метаморфические (гнейсы, кварциты, кристаллические сланцы, мраморы);
- в) осадочные (крепкие известняки, доломиты и песчаники с кремнистым цементом)

породы.

В монолитном состоянии они имеют такие физико-механические характеристики: плотность грунта 2,50–3,10 т/м³; пористость < 0,01; сопротивление разрыву ≥ 1 МПа.

Полускальными грунтами являются раздробленные выветрелые скальные магматические и метаморфические породы, а также глинистые сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, конгломераты на глинистом цементе, мелы, мергели, некоторые виды известняков и доломитов, туфы, гипсы и др., являющиеся осадочными. Они обладают жесткими кристаллическими и пластичными коллоидными связями. В монолитном состоянии они

имеют такие значения физико-механических характеристик: плотность грунта 2,20–2,65 т/м³; пористость < 0,15; сопротивление разрыву 0,1–1 МПа.

Нескальные грунты залегают в естественных природных условиях в виде несцементированных между собой частиц различной крупности. Важной характеристикой нескальных грунтов является их гранулометрический состав, то есть количественное сочетание в составе грунта частиц различной крупности в процентах (рис. 1.1). В соответствии с гранулометрическим составом нескальные грунты разделяются на *крупнообломочные, песчаные* и *глинистые*.

Таблица 1.1

Предел прочности на одноосное сжатие

Наименование группы	R_c , МПа	Наименование группы	R_c , МПа
Скальные		Полускальные	
очень прочные	$R_c > 120$	пониженной прочности	$5 > R_c \geq 3$
прочные	$120 \geq R_c > 50$	низкой прочности	$3 \geq R_c \geq 1$
средней прочности	$50 \geq R_c > 15$	весьма низкой прочности	$R_c < 1$
малопрочные	$15 \geq R_c \geq 5$		

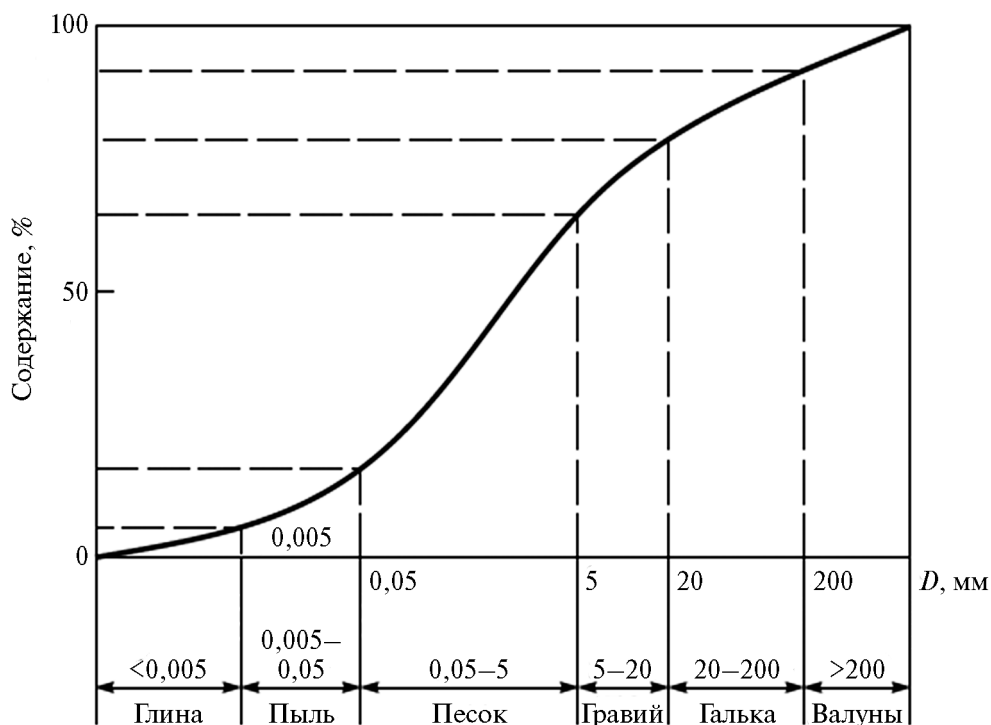


Рис. 1.1. Гранулометрический состав грунтов

Крупнообломочные и *песчаные* грунты (пески, гравий, галечник) не обладают совсем или обладают очень слабыми связями между зернами. Для этих групп грунтов: число пластичности — $I_p < 1$, плотность — 1,40–1,90 т/м³; пористость — 0,25–0,40. Номенклатура крупнообломочных и песчаных грунтов представлена в табл. 1.2.

Также песчаные грунты различают по неоднородности гранулометрического состава, которая характеризуется *коэффициентом неоднородности* ($k_{60/10}$):

$$k_{60/10} = d_{60} / d_{10}, \quad (1.1)$$

где d_{60} — диаметр частиц, меньше которого в грунте содержится по массе 60 % частиц; d_{10} — диаметр частиц, меньше которого в грунте содержится 10 % частиц.

Перечень видов крупнообломочных и песчаных грунтов

Название грунтов	Распределение частиц грунта по крупности в % от массы сухого грунта
Крупнообломочные	
Валунный грунт (глыбовый — при преобладании неокатанных частиц)	Масса частиц крупнее 200 мм составляет > 50 %
Галечниковый (щебенистый — при преобладании неокатанных частиц)	Масса частиц крупнее 10 мм составляет > 50 %
Гравийный грунт (дресвяной — при преобладании неокатанных частиц)	Масса частиц крупнее 2 мм составляет > 50 %
Песчаные	
Песок гравелистый	Масса частиц крупнее 2 мм составляет > 25 %
Песок крупный	Масса частиц крупнее 0,5 мм составляет > 50 %
Песок средней крупности	Масса частиц крупнее 0,25 мм составляет > 50 %
Песок мелкий	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет 75 % и более
Песок пылеватый	Масса частиц крупнее 0,1 мм составляет < 75 %

В глинистых грунтах (глины, глинистые мергели, суглинки, супеси, лессы, в том числе просадочные) содержится значительное количество глинистых частиц крупностью < 0,005 мм (рис. 1.1). Грунты этой группы обладают водоколлоидными структурными связями и в увлажненном состоянии они приобретают свойство пластичности. Глинистые грунты в значительной части размокают, некоторые из них разбухают. Они имеют плотность — 1,10–2,10 т/м³, пористость — 0,25–0,80.

Для строительства глинистые грунты классифицируют в зависимости от содержания глинистых частиц:

- а) глинистые > 60–30 % (тяжелые, легкие, песчаные);
- б) суглинистые 30–10 % (тяжелые, средние, легкие);
- в) супесчаные 10–3 % (тяжелые, легкие, пылеватые).

Важным параметром, характеризующим пластические свойства глинистых грунтов, является *число пластичности*:

$$I_p = W_L - W_p \geq 1, \quad (1.2)$$

где W_L — влажность на границе текучести, %; W_p — влажность на границе раскатывания, %.

В зависимости от числа пластичности грунты этой группы делят на:

- супесь — $1 \leq I_p \leq 7$;
- суглинок — $7 < I_p \leq 17$;
- глина — $I_p > 17$.

Важным для строительства свойством грунтов является их водонепроницаемость, которая характеризуется коэффициентом фильтрации. Коэффициент фильтрации — скорость фильтрации через грунт при градиенте напора, равном единице. Коэффициенты фильтрации различных грунтов представлены в табл. 1.3. Эта характеристика важна как при конструировании земляных сооружений и их элементов, так и при решении вопросов организации и технологии некоторых работ (возведение перемычек, организация водоотлива и др.).

Под воздействием природных факторов и под влиянием антропогенной деятельности состояние и свойства грунтов и пород претерпевают изменения во времени. Более детальным изучением свойств грунтов занимаются следующие дисциплины: инженерная геология, грунтоведение, механика грунтов.

Коэффициенты фильтрации грунтов

Название грунта	K_f (м/сут)	Название грунта	K_f (м/сут)
Гравий чистый	200–100	Песок мелкий	10–2
Гравий с песком	150–75	Песок мелкозернистый глинистый	2–1
Песок крупный гравелистый	100–50	Супесь	0,7–0,2
Песок крупный	75–25	Суглинок	0,4–0,065
Песок средний	25–10	Глины	< 0,005

Кроме гранулометрического состава, другие наиболее важные показатели физических свойств грунтов: плотность, влажность, внутреннее трение и сцепление. *Плотность* — это масса грунта в единице объема, точнее — это отношение массы образца грунта при естественной влажности и строения, к занимаемому образцом грунта объему.

Различают три категории плотности:

— плотность грунта (вместе с водой):

$$\rho_{гр} = m_{гр} / V_{гр}; \quad (1.3)$$

— плотность сухого грунта или скелета грунта:

$$\rho_{скел} = m_T / V_{гр}; \quad (1.4)$$

— плотность твердых частиц грунта:

$$\rho_S = m_T / V_T, \quad (1.5)$$

где $m_{гр}$ — масса грунта; $V_{гр}$ — объем грунта; m_T — масса твердых частиц; V_T — объем твердых частиц.

Другими характеристиками являются:

— пористость (отношение объема пор к общему объему грунта):

$$n = V_{п} / V_{гр}, \quad (1.6)$$

где $V_{п}$ — объем пор; $V_{гр}$ — объем грунта.

Для твердых частиц:

$$m = V_T / V_{гр}, \quad (1.7)$$

$$m + n = 1;$$

— коэффициент пористости:

$$e = V_{п} / V_T = n/m. \quad (1.8)$$

Для оценки плотности сложения несвязных грунтов этих характеристик недостаточно, так как она зависит также от формы частиц, ибо грунты, одинаковые по зерновому составу, могут в одном и том же состоянии по плотности сложения иметь различные плотность твердых частиц, пористость и коэффициент пористости. В связи с этим для таких грунтов вводится показатель плотности сложения (относительная плотность сложения):

$$J_D = \frac{e_{\max} - e_{\text{ест}}}{e_{\max} - e_{\min}} = \frac{\Delta e_{\phi}}{\Delta e_{\max}}, \quad (1.9)$$

где e_{\max} и e_{\min} — коэффициенты пористости грунта в максимально плотном и рыхлом состояниях; $e_{\text{ест}}$ — коэффициент пористости в естественных условиях основания или сооружения; $\Delta e_{\text{ф}}$ — фактическое снижение коэффициента пористости по сравнению с максимальным; Δe_{\max} — полное возможное изменение коэффициента пористости.

Самое плотное сложение при $e = e_{\min}$, самое рыхлое сложение при $e = e_{\max}$. При относительной плотности сложения $J_D = 0,66-1,0$ — грунты плотные, при $J_D = 0,33-0,66$ — грунты средней плотности, при $J_D = 0-0,33$ — грунты рыхлые.

Огромное влияние на условия разработки и свойства грунтов оказывает *влажность* (W) — это отношение массы воды (M_B) к массе твердых частиц ($M_{\text{сух.гр}}$):

$$W = M_B / M_{\text{сух.гр}} \quad (1.10)$$

Влажность грунтов изменяется от 5 до 60 % ($W < 5\%$ — сухие грунты, 5–30 % — влажные, $W > 30\%$ — мокрые) (табл. 1.4). При изменении влажности изменяется трудность разработки грунтов, причем труднее оказывается разработка сухих грунтов и повышенной влажности. Влажность играет существенную роль при уплотнении грунтов. Чем больше содержание глинистых и пылеватых частиц в составе грунта, тем больше влаги удерживается в его порах.

Таблица 1.4

Характеристики связных грунтов

Вид связного грунта	Естественная влажность, $W_{\text{ест}}$, %	Пластические свойства	$W_{\text{раск}}/W_{\text{тек}}$	Число пластичности J_p	Влажность при наибольшей липкости
Супесь	10–15	Слабопластичный	10–18 / 20–25	0–7	20–25
Суглинок	20–28	Пластичный	18–25 / 25–35	7–17	25–30
Глина	25–35	Высоко пластичный	25–30 / 45–50	> 17	35–40

Для крупнообломочных и песчаных грунтов используют классификацию по степени влажности грунтов, то есть по доле заполнения пор водой. Грунты со степенью влажности $S_r = 0-0,5$ относятся к маловлажным, с $S_r = 0,5-0,8$ — к влажным, с $S_r = 0,8-1,0$ — к насыщенным водой

Степень влажности определяется по следующей формуле:

$$S_r = (W\rho_s) / (e_0\rho_w), \quad (1.11)$$

где W — природная влажность грунта (в долях единицы); ρ_s — плотность частиц грунта, т/м³; e_0 — коэффициент пористости грунта природного сложения и влажности; ρ_w — плотность воды, принимаемая равной 1 т/м³.

При разработке грунта его частицы отделяются друг от друга и из-за менее плотного их прилегания занимают больший объем с соответствующим уменьшением средней плотности.

Такое свойство грунтов называется *разрыхляемостью* и характеризуется коэффициентом разрыхляемости K_p .

$$K_p = V_p / V_e, \quad (1.12)$$

где V_p — объем рыхлого грунта после разработки; V_e — объем грунта в естественном состоянии до разработки.

Наибольшим разрыхлением обладают скальные грунты $K_p = 1,4(1,5)$, наименьшим — пески $K_p = 1,08–1,17$, (табл. 1.5). Разрыхление грунтов следует учитывать на всех этапах технологического процесса от разработки, погрузки, транспортировки до укладки и уплотнения. Разрыхление может быть первичным и остаточным.

Таблица 1.5

Коэффициенты разрыхления основных грунтов

Вид грунта	Коэффициент разрыхления	
	Начальный	Остаточный
Песок, супесь	1,08–1,17	1,01–1,025
Гравий	1,20–1,30	1,03–1,04
Глина, суглинок	1,24–1,30	1,04–1,07
Глина, суглинок — тяжелые, с примесью щебня и гравия	1,26–1,32	1,06–1,09
Лесс	1,14–1,28	1,015–1,05
Скальные разрыхленные грунты	1,4–1,5	1,2–1,3

Трудность разработки и перемещения грунта сильно зависит от таких показателей, как внутреннее трение и сцепление (табл. 1.6). Показателем трудности разработки грунта землеройными машинами служит удельное сопротивление грунта резанию k_p , кгс/см², и сопротивление грунта копанию k_k , кгс/см². Удельное сопротивление грунта резанию и копанию, в свою очередь, зависит от коэффициента внутреннего трения грунта по грунту (f), коэффициента внутреннего трения грунта по металлу (f_m), сцепления частиц грунта (c), а также коэффициента внутреннего трения грунта по грунту:

$$f = \operatorname{tg}\phi; f_m = \operatorname{tg}\phi_m, \quad (1.13)$$

где ϕ — угол внутреннего трения грунта по грунту; ϕ_m — угол внутреннего трения грунта по металлу. В первом приближении можно принять: $\phi_m = (0,5 - 0,75)\phi$.

Таблица 1.6

Ориентировочные значения ϕ и c^*

Вид грунта	Угол внутреннего трения (ϕ), град.	Удельное сцепление (c), МПа
Пески гравелистые и крупные	43–38	0,001
Пески средней крупности	40–35	0,002–0,001
Пески мелкие	38–32	0,003–0,001
Пески пылеватые	36–30	0,004–0,002
Глинистые грунты при влажности на пределе раскатывания (W_p), %	—	—
9,5–15,4	25–21	0,006–0,003
15,5–22,4	22–17	0,025–0,009
22,5–30,4	18–15	0,041–0,023

* Используются данные [1]

Сопротивление грунта резанию и копанию возможно уменьшить предварительным разрыхлением или увлажнением грунта. Увлажнение следует производить таким образом, чтобы размокший грунт не налипал на рабочие органы и отсутствовало затруднение передвижения техники в забое.

На этапе разработки грунтов для выбора типа машины важной характеристикой является способность грунтов выдерживать нагрузки от передвигающихся и работающих машин — несущая способность грунтов. Несущей способностью грунтов P_H называют удельную нагрузку на грунт, при которой выпор грунта отсутствует.

Несущая способность грунтов зависит от коэффициента внутреннего трения грунта по грунту, сцепления частиц грунта, влажности грунта. Но реальная нагрузка на грунт (P) от гусеничных машин должна быть на 20–40 % меньше несущей способности грунтов (P_H): $P \leq (0,6-0,8)P_H$.

В состоянии естественной влажности грунты обладают довольно хорошей несущей способностью, но с увеличением влажности прочность грунтов резко снижается (табл. 1.7).

Таблица 1.7

Прочность грунтов на сжатие (МПа)

Виды грунтов	Влажность	
	Естественная	Высокая
Пески крупные	0,35–0,45	0,35–0,45
Пески средние	0,25–0,35	0,25–0,35
Пески мелкие	0,2–0,3	0,15–0,25
Супеси	0,25–0,3	0,2–0,3
Суглинки	0,2–0,3	0,1–0,25
Глины	0,25–0,6	0,1–0,4
Торфяники	0,02–0,06	0,01–0,015

Для удобства расчетов Едиными нормами и расценками (ЕНиР) предусматривается разделение грунтов по трудности разработки на отдельные группы. Деление грунтов на группы зависит также от способа его разработки и типа применяемых для разработки машин.

В табл. 1.8 приведены группы грунтов по трудности их разработки основными землеройными машинами.

Таблица 1.8

Группы грунтов по трудности разработки

Название грунта	Разработка грунта						Разработка мерзлого грунта
	Одноковшовыми экскаваторами	Многоковшовыми траншейными экскаваторами	Скреперами	Бульдозерами	Грейдерами	Бурильно-крановыми машинами	
Глина ломовая*	IV	–	–	III	–	II	IIIм
Глина жирная без примесей	II	II	II	II	II	I	IIIм
Гравийно-галечниковые грунты с размером частиц < 80 мм	I	–	II	II	III	–	–
Растительный грунт без корней и примесей	I	I	I	I	I	I	–
Лесс мягкий без примесей	I	II	I	I	I	I	Im
Лесс твердый	IV	–	II	III	–	–	–

Название грунта	Разработка грунта						Разработка мерзлого грунта
	Одноковшовыми экскаваторами	Многоковшовыми траншейными экскаваторами	Скреперами	Бульдозерами	Грейдерами	Бурильно-крановыми машинами	
Песок без примесей	I	II	II	II	II	I	Im
Скальные грунты, предварительно разрыхленные (кроме отнесенных к IV и V группам)	IV	—	—	—	—	—	—
Суглинок легкий и лессовидный без примесей	I	I	I	I	I	I	IIм
Суглинок тяжелый без примесей	III	—	—	II	—	—	IIIм
Супесь без примесей	I	II	II	II	II	II	Im
Торф без корней	I	I	I	I	I	I	IIм

Примечание. Ломовая глина — особо тяжелая для разработки.

Вопросы для проверки

1. Какие существуют классы грунтов?
2. Как определить коэффициент неоднородности грунта?
3. Какой параметр характеризует пластические свойства глинистых грунтов?
4. На какие группы делятся глинистые грунты?
5. Каким коэффициентом характеризуется водонепроницаемость грунта?
6. В чем отличие плотности грунта, плотности скелета и плотности твердых частиц грунта?
7. От каких показателей зависит трудность разработки и перемещения грунта?

Глава 2. ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ ГРУНТА РАЗЛИЧНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

2.1. Разработка грунта одноковшовыми экскаваторами

Разработка грунта — один из важных ресурсо-затратных процессов при возведении грунтовых сооружений. Разработка может производиться различной техникой как узкоспециального, так и широкого спектра использования.

Одноковшовые экскаваторы (ОЭ) — это землеройные машины циклического действия, их основным рабочим органом является ковш с зубьями не режущей части. Предназначены они для разработки грунтов в различных условиях.

Экскаваторы различают:

- по типу подвески (жесткая, шарнирно-рычажная, канатная);
- по типу ходового устройства (колесные, гусеничные, шагающие);
- по типу рабочего оборудования (прямая лопата, обратная лопата, драглайн, грейфер, кран, копер и др.).

Рабочее оборудование может иметь канатный или гидравлический привод, с последним экскаваторы выполняются с шарнирно-рычажным и телескопическим оборудованием. Для смены рабочего оборудования применяются быстроразъемные устройства. По типу поворотного устройства экскаваторы бывают полноповоротные и неполноповоротные.

Система индексации экскаваторов

В действующей системе индексации буквы ЭО означают «экскаватор одноковшовый универсальный».

Далее идут четыре основные цифры индекса, которые означают: размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования (тип подвески) и порядковый номер модели. Размерные группы экскаваторов обозначаются цифрами с 1 до 8. Размер экскаватора характеризуют масса машины, мощность основного двигателя и вместимость основного ковша. Серийно выпускаются экскаваторы размерных групп с 3-ей по 6-ю.

Вместимость основных ковшей экскаваторов составляет:

- для 2-й размерной группы — 0,25–0,28 м³;
- для 3-й — 0,40–0,65 м³;
- для 4-й — 0,65–1,00 м³;
- для 5-й — 1,00–1,60 м³;
- для 6-й — 1,60–2,50 м³;
- для 7-й — 2,50–4,00 м³.

Тип ходового устройства обозначается цифрами:

1 — гусеничное (Г); 2 — гусеничное уширенное (ГУ); 3 — пневмоколесное (П); 4 — специальное шасси автомобильного типа (СШ); 5 — шасси грузового автомобиля (А); 6 — шасси серийного трактора (Тр); 7 — прицепное ходовое устройство (Пр); 8, 9 — резерв.

Конструктивное использование рабочего оборудования также указывается цифрами: 1 — с гибкой подвеской; 2 — с жесткой подвеской; 3 — телескопическое.

Порядковый номер модели экскаватора обозначает последняя цифра индекса. Из дополнительных букв первая после цифрового индекса (А, Б, В и др.) означает порядковую модернизацию данной машины, следующие — вид климатического исполнения (С или ХЛ — северное, Т — тропическое, ТВ — для влажных тропиков).

Индекс ЭО-5123ХЛ обозначает: экскаватор одноковшовый универсальный, 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, модель три в северном исполнении. Экскаватор оборудуется основным ковшом

вместимостью $1,0 \text{ м}^3$, соответствующей 5-й размерной группе, и сменными ковшами вместимостью $1,25$ и $1,6 \text{ м}^3$.

Экскаваторы с механическим приводом являются полноповоротными машинами с гибкой подвеской рабочего оборудования. Основными видами сменного рабочего оборудования этих машин являются прямая лопата, обратная лопата, драглайн, грейфер (рис. 2.1, *a–г*).

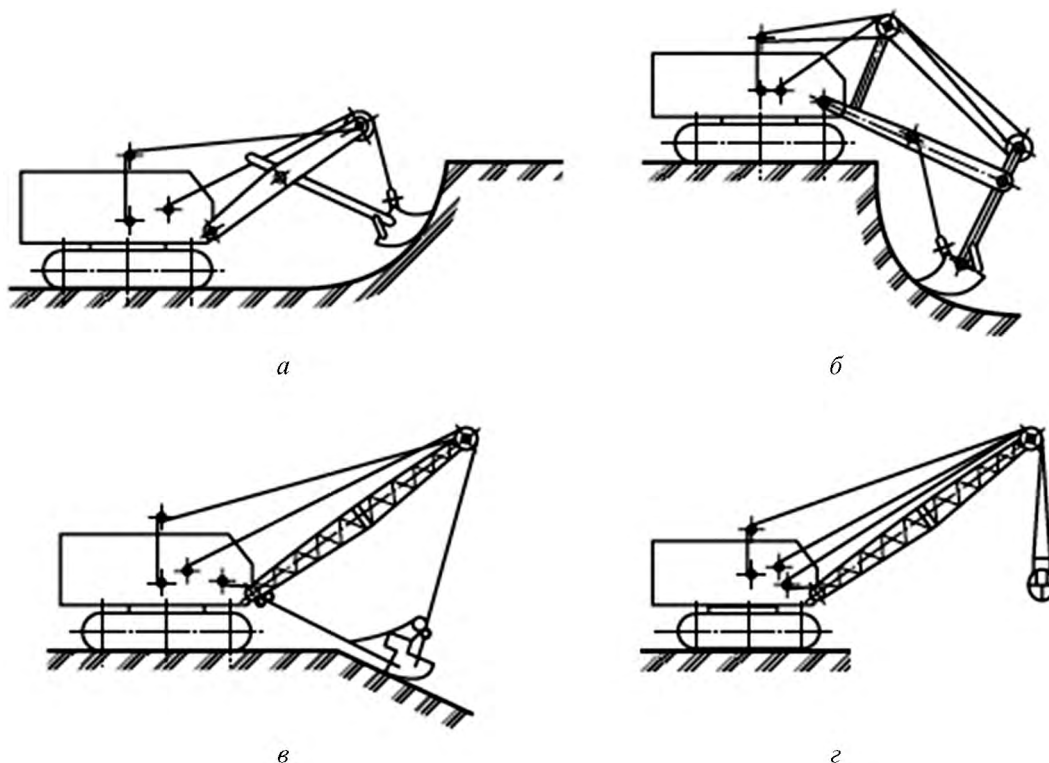


Рис. 2.1. Схемы одноковшовых экскаваторов с механическим приводом:
a — прямая лопата; *б* — обратная лопата; *в* — драглайн; *г* — грейфер

Экскаваторы с гидравлическим приводом (рис. 2.2, *б*) — это полно- и неполноповоротные машины с жесткой подвеской рабочего оборудования, для передачи мощности от двигателя к рабочим механизмам, у которых используется гидравлический привод. Технологические возможности этих экскаваторов в сравнении с экскаваторами с механическим приводом значительно выше, поэтому современные экскаваторы выпускаются в основном с гидравлическим приводом. Производительность их выше в среднем на 30–35 % по сравнению с техникой, имеющей механический привод, но они не могут использоваться в качестве драглайна.

По исполнению рабочего оборудования гидравлические экскаваторы бывают с шарнирно-рычажным и телескопическим рабочим оборудованием. Основным рабочим движением шарнирно-рычажного оборудования в вертикальной плоскости обеспечивается изменение угла наклона стрелы, поворот рукояти с ковшом относительно стрелы и поворот ковша относительно рукояти. Основное рабочее движение телескопического рабочего оборудования — выдвигание и втягивание телескопической стрелы.

Вид экскаваторов с механическим и гидравлическим оборудованием приведен на рис. 2.2, *а, б*.

Ряд отечественных и зарубежных предприятий производит большое количество экскаваторов, с большим разнообразием параметров и характеристик. Выпуском экскаваторной техники в России занимаются следующие заводы и фирмы: ЗАО Тверской экскаватор (ТВЭКС) (в него вошел Ковровский экскаваторный завод), Саранский экскаваторный завод (САРЭКС), Донецкий экскаваторный завод “DONEX” (Донецк, Ростовская область),

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru