

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет

# **Производство земельно-скальных работ в гидротехническом строительстве**

**Методические указания  
к курсовому проекту**

**Составили О.Н. Вольская, О.А. Богомолова, А.В. Соловьев**

**Волгоград  
ВолгГАСУ  
2015**



© Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный  
архитектурно-строительный университет», 2015

УДК 626/627(076.5)  
ББК 38.77я73  
Г464

**Г464**      **Производство** земельно-скальных работ в гидротехническом строительстве: методические указания к курсовому проекту / М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т; сост. О.Н. Вольская, О.А. Богомолова, А.В. Соловьев. — Электронные текстовые и графические данные (575 Кбайт). — Волгоград : ВолгГАСУ, 2015. — Учебное электронное издание сетевого распространения. — Систем. требования: PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0. Официальный сайт Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Режим доступа: <http://www.vgasu.ru/publishing/on-line/> — Загл. с титул. экрана.

Содержатся краткие сведения о технологии возведения грунтовых плотин. Подробно изложены технологии разработки карьера, производство вскрышных работ, выбор оборудования и механизмов. Приведены необходимые нормативные сведения и правила.

Для студентов, обучающихся по специальности «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности».

**УДК 626/627(076.5)**  
**ББК 38.77я73**

Публикуется в авторской редакции

Минимальные систем. требования:  
PC 486 DX-33; Microsoft Windows XP; Internet Explorer 6.0; Adobe Reader 6.0.

Подписано в свет 24.06.2015.  
Гарнитура «Таймс». Уч.-изд. л. 1,0. Объем данных 575 Кбайт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет»  
400074, Волгоград, ул. Академическая, 1  
<http://www.vgasu.ru>, [info@vgasu.ru](mailto:info@vgasu.ru)

## **ВВЕДЕНИЕ**

Содержание курсового проекта «Производство земельно-скальных работ по возведению грунтовой плотины» увязано с разделами курса «Технология гидротехнического строительства» и «Строительные машины».

При разработке проекта следует исходить из основной общей задачи проектирования – дать студентам исчерпывающую информацию о способах и порядке возведения сооружения, производства земельно-скальных работ, выполняемых сухоройными машинами.

Для разработки курсового проекта могут быть выданы различные земельные сооружения в виде качественных насыпей или специальных выемок, но в любом случае объем проекта и требования к нему одинаковы.

Настоящие методические указания содержат рекомендации по выполнению курсового проекта применительно к возведению грунтовой плотины, но они могут быть использованы, например, при устройстве судоходного канала, котлована под бетонные гидротехнические сооружения, обратных насыпок, планировки территории и т.п.

## **ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо тщательно изучить задание, план местности и конструкцию земляного сооружения с тем, чтобы на основании анализа этих материалов уяснить основные задачи проекта.

В соответствии с заданием и сроками строительства сооружения необходимо наметить последовательность выполнения основных этапов работ и приближенно установить их продолжительность.

Расчетно-графическая записка проекта должна иметь следующие разделы:

1. Описание местности, соображения по организации земельных работ.
2. Определение объемов земляных работ.
3. Определение расчетной интенсивности земляных работ.
4. Выбор типа землеройных и транспортных машин и определение их численности.
5. Описание технологии разработки карьера.
6. Описание производства вскрышных работ.
7. Выбор оборудования и производство работ по укладке грунта в сооружение.
8. Мероприятия по технике безопасности.

Разрабатываемый проект производства земельных работ должен предусматривать:

- поочередное выполнение подготовительных работ для обеспечения планомерного развития строительства;

- использование более современных машин, обеспечивающих высокую производительность труда;
- организацию поточного метода производства земляных работ;
- комплексную механизацию работ с использованием наиболее экономичных машин и средств малой механизации;

Раздел технологии основных земляных работ должен содержать:

- основные размеры карьера;
- с учетом этих размеров место карьера на карте-задании;
- схемы вскрышных работ по карьере и в основании плотины;
- схему разработки грунта карьера с учетом типа землеройных и транспортных машин;
- схему и очередность послойного возведения плотины и ее отдельных элементов с подбором необходимых машин.

## Определение объема земельно-скальных работ

Исходным материалом к определению земельно-скальных работ являются: ситуационный план, параметры продольного сечения плотины, ширина гребня плотины, характеристика грунтов в основании плотины, расстояние от створа плотины до карьера, строк строительства плотины.

Продольное сечение плотины в произвольном створе А-В условно расчленяется вертикальными плоскостями, перпендикулярными продольной оси плотины (рис.1), на целое число интервалов одинаковой длины, количество которых должно быть не более 50.

Толщина вскрыши в основании и бортовых примыканиях плотины принимается самостоятельно в пределах от 0,5 м до 2 м.

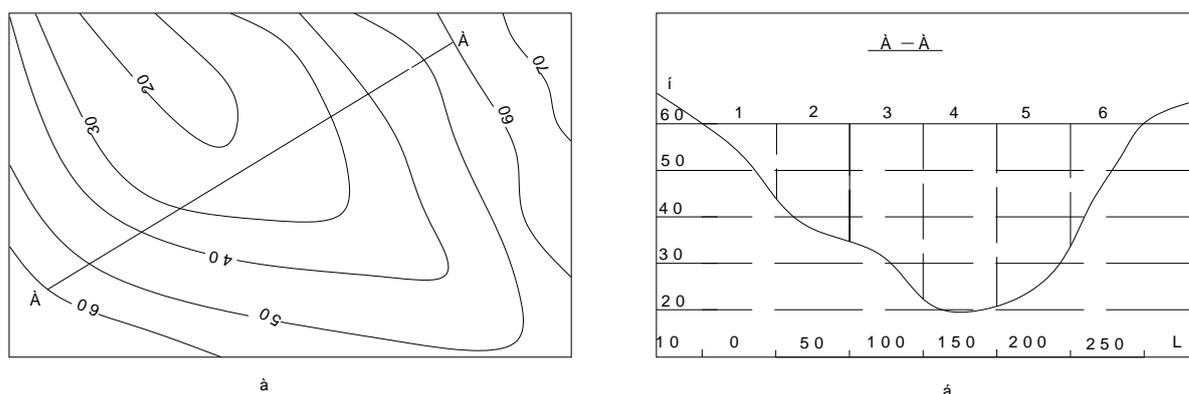


Рис.1. Ситуационный план (а) и продольный профиль (б) плотины: количество интервалов -6; длина интервала – 50 м.

В табл. 1 заносится информация в следующей последовательности:

- количество интервалов по длине плотины;
- длина интервала, м;
- расчетные отметки основания плотины, м.

Таблица 1

№№ п/п	Количество интервалов	Длина интервала, м	Отметки основания, м

Задается поперечный профиль плотины, проходящий через наинизшую отметку основания с определенными откосами.

Заложение откосов в ВБ и НБ задаются по таблице 2, исходя из материала плотины.

### Ориентировочные значения заложения верхового ( $m_1$ ) и низового ( $m_2$ ) откосов плотин

Таблица 2

Тип плотины	$m_1$	$m_2$
Каменные	1,3 - 1,4	1,3 - 1,4
Каменно-земляные с ядром	1,3 - 2,0	1,5 - 2,0
Каменно-земляные с экраном	2,0 - 3,0	1,5 - 2,0
Гравийно-земляные с ядром	2,0 - 2,5	2,0 - 2,5
Гравийно-земляные с экраном	2,5 - 3,5	2,5 - 3,0
Земляные намывные	3,0 - 3,5	3,0 - 3,5
Земляные насыпные	3,0 - 4,0	3,0 - 4,0

Для выполнения поперечного сечения плотины необходимо рассчитать:

- высоту плотины, м;
- количество берм (если они предусматриваются);
- отметки берм, м;
- ширина берм, м;
- заложение откосов.

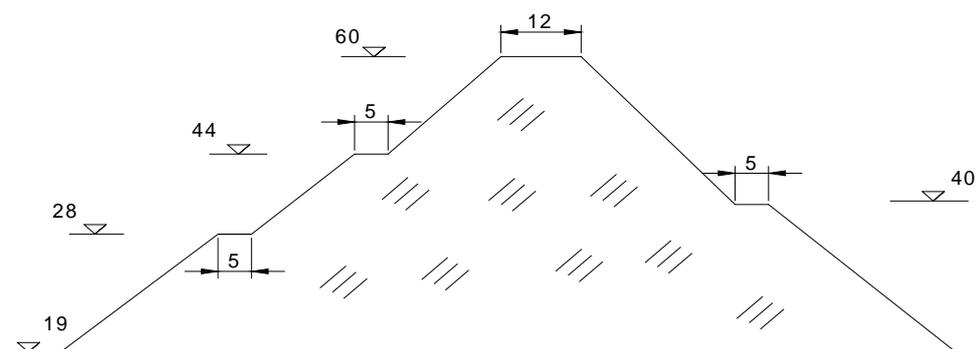


Рис. 2. Поперечный профиль плотины: а - ширина гребня, м; б – отметки берм; в – ширина берм, м; 1:2 - заложение откосов.

Последовательность устройства берм строго определена: от гребня к основанию.

## Определение объема грунта для возведения грунтовой плотины

Вычисление геометрического объема плотины выполняется суммированием частных объемов, ограниченных вертикальными плоскостями, перпендикулярными к ее продольной оси. Формула определения частных объемов:

$$V_1 = \frac{F_i + F_{i+1}}{2} L, \quad (1)$$

где:  $F_i$  и  $F_{i+1}$  – площади поперечного сечения плотины в начале и в конце  $i$ -го интервала,  $m^2$ ;

$L$  – длина интервала,  $m$ .

Геометрический объем вскрыши  $V_i^B$ ,  $m^3$ , определяется также суммированием частных объемов по следующей формуле:

$$V_i^B = \frac{B_i + B_{i+1}}{2} ДЛ \cdot h, \quad (2)$$
$$ДЛ = \sqrt{(H_i - H_{i+1})^2 + L^2}$$

где:  $B_i$  и  $B_{i+1}$  – ширина основания плотины в начале и в конце интервала,  $m$ ;

$H_i$  и  $H_{i+1}$  – отметки основания плотины в начале и в конце интервала,  $m$ ;

$h$  – соответствующая данному интервалу толщина вскрыши.

Точность вычисления объема плотины и вскрыши зависит от длины интервала  $L$ , который следует выбирать таким образом, чтобы сложная линия контакта сооружения с основанием в продольном профиле плотины, незначительно отличалась от реальной. При сильно пересеченном рельефе местности для более точного определения объема плотины необходимо повторить вычисления несколько раз, уменьшая интервал  $L$ . Вычисления можно считать законченным, если последующий объем земляных работ отличается от предыдущего не более чем на 3%.

Процедура определения объёмов работ достаточно трудоёмкая, требует существенной детализации объектов и кропотливой их обработки.

Необходимо отметить, что качественное определение объёмов земляных работ, особенно временных, устраиваемых в период выполнения строительно-монтажных работ, является важным элементом технологического проектирования. Достоверность результатов расчета может существенно повлиять на выбор решения о способах производства работ, комплексной механизации и организации земляных работ по различным сооружениям, другими словами - на технико-экономические показатели производства.

Подсчёт объёмов земляных работ должен производиться в соответствии с указаниями нормативных документов (СНиПов) и с учётом классификации грунтов по трудности разработке. Следует отметить, что при расчете объёмов земляных работ объёмы грунтов всегда определяются в плотном теле, т.е. при плотности их естественного залегания. Общий объём работ по сооружениям представляет собой сумму из объемов основных и дополнительных работ.

В состав объемов основных работ включаются все объёмы работ, определяемые конструкцией сооружения и его отдельных частей. В дополнительных - учитываются объёмы работ, без выполнения которых процесс производства основных видов работ становится невозможным (съезды и выезды из котлована, уширения для проезда и разворота транспорта, различные перемиčky, подсыпки и т.д.).

## Составление баланса грунтовых масс. Баланс грунтовых масс

Баланс грунтовых масс - это проектный документ, отражающий рациональное распределение грунта между выемками и насыпями. Его составляют в виде таблиц и схем с учетом наилучшего использования грунта из профильных выемок для возведения насыпей при минимальных дальностях перемещения грунта.

Баланс грунтовых масс служит основным техническим документом в котором установлены:

- 1) порядок и место размещения грунта из выемок в насыпи;
- 2) потребность в карьерах и резервах;
- 3) кратчайшие пути перемещения грунта из выемок в насыпи.

Сумма объемов всех выемок должна быть равна сумме объемов всех насыпей.

Устанавливают технологическую последовательность выполнения работ, увязанную со сроками их производства. Если грунт из деловых выемок нельзя сразу уложить в качественную насыпь, то его укладывают во временные отвалы.

В проекте необходимо разработать схему движения грунта из карьера в качественную насыпь (плотину) и после этого составить ведомость баланса грунтовых масс согласно табл. 3.

**Ведомость баланса грунтовых масс**

Таблица 3

Выемки		Насыпи			
наименование	объем	отвал грунта	земляная часть плотины	временный отвал	обратная засыпка пазух
Котлован	$V_I$	$U_1$	$U_3$	$U_6$	-
Карьер	$V_{II}$	-	$U_4$	-	$U_8$
Отводящий канал	$V_{III}$	$U_2$	$U_5$	$U_7$	-
Из временных отвалов	$V_{IV}$	-	-	-	$U_9$
	$\Sigma V_E / \Sigma V_N$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$V_4$

Специфика земляных работ в зимний период вызывается трудностями, обусловленными изменениями свойств грунтов при замерзании в них свободной воды. При этом гравитационная вода в порах грунта замерзает при более высокой температуре, чем молекулярно связанная.

Поэтому песчаный грунт, содержащий главным образом гравитационную воду (97%) начинает смерзаться, как только его температура становится отрицательной. Глинистые же грунты и пылеватые пески, в которых много молекулярно связанной воды, замерзают при более низких температурах. Поэтому такие грунты в замерзшем состоянии менее прочны, чем песчаные.

Понижение прочности грунтов при смерзании приводит к снижению производительности труда и удорожанию работ.

Увеличение трудоемкости и стоимости работ в зимний период находится в прямой зависимости от глубины промерзания грунта и длительности морозного периода. В связи с этим вся территория России поделена на температурные зоны.

Меньшему влиянию зимних условий подвергаются сухие грунты, скальные грунты, торфяные труднопроходимые грунты, поэтому именно эти грунты следует оставлять для зимней разработки.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЕТНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЗЕМЕЛЬНО-СКАЛЬНЫХ РАБОТ**

Поскольку укладка грунта в тело плотины ведется, как правило, с одновременной разработкой карьеров, расчет интенсивности земельно-скальных работ следует вести по объему отсыпаемого сооружения, причем по году с максимальным объемом работ ( $Q_r$ , тыс. м<sup>3</sup>/год), определяемым по среднегодовой интенсивности с поправкой на коэффициент общей неравномерности работ ( $K_1$ ):

$$Q_r = \frac{V_k}{T} K_1, \quad (3)$$

где:  $V_k$  – общий объем породы из карьера, тыс. м<sup>3</sup>;  
 $T$  – срок строительства, лет;  
 $K_1 = 1,3 \dots 1,4$ .

Максимальная месячная интенсивность земельно-скальных работ ( $J_m$ , тыс. м<sup>3</sup>/мес) определяется с учетом неравномерности работ в течение года или по заранее составленному графику работ:

$$J_m = \frac{Q_r}{n} K_2, \quad (4)$$

где:  $n$  – число рабочих месяцев в году;  
 $K_2$  – коэффициент неравномерности работ в течение года,  
 $K_2 = 1,2 \dots 1,3$

При расчете сменной интенсивности работ ( $J_{см}$ , тыс.м<sup>3</sup>/смен.) следует вначале назначить суточный режим работы экскаваторов, т.е. число рабочих смен в сутки.

Для дизельных экскаваторов обычно назначается двухсменный режим, для электрических – трехсменный.

$$J_{см} = \frac{J_M}{m K_M}, \quad (5)$$

где:  $K_M$  – коэффициент неравномерности работ в течение месяца,  $K_M = 1,1 \dots 1,2$ ;  
 $m$  – число рабочих смен в месяце ( $m = 50$  при двухсменном рабочем режиме,  
 $m = 75$  – при трехсменном суточном режиме).

Необходимо отметить особенности возведения плотин в зимний период. Специфика земляных работ в зимний период вызывается трудностями обусловленными изменениями свойств грунтов при замерзании в них свободной воды. Резко возрастает прочность грунта на сжатие и сопротивление их резанию, снижается трудоспособность рабочих, усложняются условия эксплуатации машин. Все это приводит к удорожанию работ. Поэтому не желательно возводить грунтовые плотины зимой.

## **ВЫБОР ВАРИАНТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ И ТИПОВ МЕХАНИЗМОВ**

*Общие рекомендации.* Выбор способов производства земельно-кальных работ и типов механизмов следует начинать с анализа конкретных условий производства работ, объемов и сроков их выполнения, учитывая дальность транспортирования этих грунтов. Весь процесс по выемке и насыпям земляных сооружений должен быть комплексно механизирован и выполняться цепочкой механизмов и транспортных средств, взаимно увязанных между собой по производительности.

Исходя из конкретных условий и объемов работ по каждому сооружению, следует сначала установить принципиальные типы механизмов.

На основе этого определяют ведущий вид работ и ведущий механизм во всем комплексе работ по каждому разрабатываемому сооружению. Затем для выбранного ведущего вида работ и механизма составляют схему производства работ с учетом конкретных условий работы, габаритов сооружений, схемы движения транспорта т.д. По выбранной мощности и схеме работы основного механизма выбирают комплекты транспортных средств и всех других механизмов, участвующих в технологической цепочке по возведению данного сооружения. Ведущими во всем комплексе земляных работ, как правило, являются землеройные механизмы.

По сухой разработке грунта могут применяться:

- экскаваторы одноковшовые с прямой и обратной лопатой;
- экскаваторы многоковшовые (цепные и роторные);

- экскаваторы-драглайны;
- скреперы;
- бульдозеры.

На вскрышных работах (работы по удалению верхнего слоя грунта при открытой разработке полезных ископаемых или планировке строительной площадки) при больших объемах и большой длительности работ применяют, как правило, экскаваторы средней мощности (до 4..6 м<sup>3</sup>).

Экскаватор (от лат. exsavo - выдалбливать), землеройная машина, оборудованная навесным рабочим органом - ковшом, осуществляющим резание грунта одновременно с его наполнением. Благодаря высокой производительности при разработке грунтов различных категорий наибольшее распространение получили одноковшовые экскаваторы.

Рабочее место называется забоем, а разрабатываемые по мере передвижения экскаватора участки грунта - проходкой.

Работы осуществляются продольными - лобовыми проходками и поперечными - боковыми.

Земляные работы с помощью экскаватора могут осуществляться с выгрузкой грунта в отвал, непосредственно в насыпь, или в транспортные средства - автосамосвалы.

В зависимости от производственных условий в качестве сменного оборудования экскаваторов применяют прямые и обратные лопаты, драглайны.

**Экскаватор с прямой лопатой.** Короткая стрела и размещение экскаватора на дне забоя исключают его применение для работы в отвал. Прямую лопату используют при работе с погрузкой в транспортные средства (рис. 3).

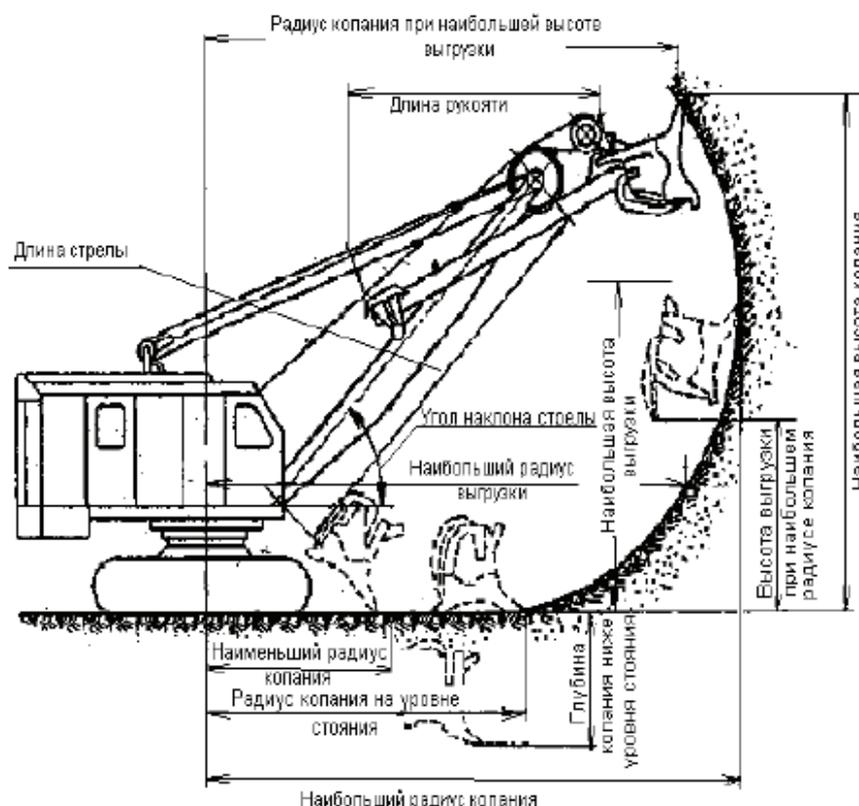


Рис. 3. Рабочие размеры экскаватора, оборудованного прямой лопатой

Ковш прямой лопаты заполняется грунтом при движении вверх вдоль откоса забоя. Радиус резания прямой лопаты - расстояние от зубьев ковша до оси поворота экскаватора – величина, переменная по высоте.

**Экскаватор с обратной лопатой.** является самым распространенным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов и предназначена для копания выемок, расположенных ниже уровня стоянки экскаватора. В комплект оборудования обратная лопата (рис. 3, а) входят: стрела моноблочная Г-образной формы или составная 1, 6 изменяемой длины, рукоять 5, поворотный ковш 4 и гидроцилиндры 2, 3, 8 подъема стрелы, поворота рукояти и ковша. Копание грунта производят поворотом ковша относительно рукояти и поворотом рукояти относительно стрелы. Копание можно осуществлять только поворотом ковша относительно неподвижной рукояти, что позволяет вести работы в стесненных условиях, а также в непосредственной близости от подземных коммуникаций.

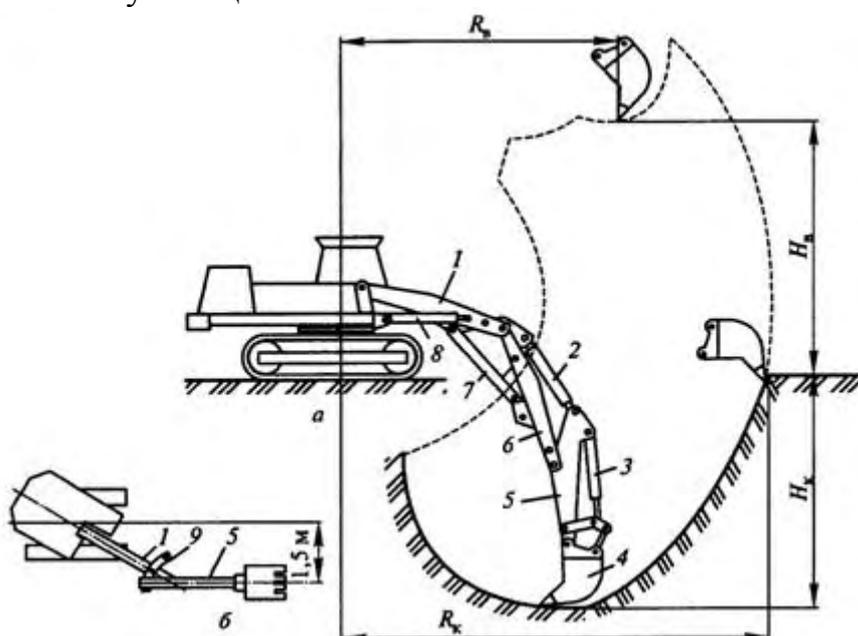


Рис. 4. Экскаватор, оборудованный обратной лопатой

Поворотом ковша производят не только копание, но и выгрузку грунта, а также зачистку основания забоя. Толщину срезаемой при копании стружки регулируют путем подъема или опускания стрелы. Составная стрела дает возможность изменять глубину  $H_k$  и радиус  $R_k$  копания (а также высоту выгрузки  $H_b$ ), что в сочетании со сменными профильными ковшами различной вместимости позволяет расширить область применений экскаватора и использовать его с максимальной производительностью в различных грунтовых условиях.

Основные рабочие параметры экскаваторов обратная лопата характеризуются такими величинами:

- радиусом копания  $R_0$ , измеряемым на уровне поверхности земли от оси экскаватора до зубьев ковша;

- радиусом резания  $R_k$  при наибольшей глубине резания измеряемым на уровне наибольшей глубины резания;

наибольшей глубиной копания  $H_{k\ max}$  от поверхности земли до дна забоя, имеющей два значения:

- большее - при разработке траншей ширина которых меньше расстояния между гусеницами в свету;
- меньшее - при разработке более широких выемок (мешают гусеницы).

Разработка грунта обратными лопатами можно вести продольным и поперечным способами. При продольной разработке экскаватор перемещается по оси выемки и отсыпает грунт на одну или две стороны. Такой способ применяют для разработки траншей, нешироких каналов и котлованов. Выемки большой ширины разрабатывают поперечным способом, при котором обратная лопата размещается и передвигается сбоку от выемки отсыпая грунт в односторонний отвал или транспортные средства.

**Экскаваторы-драглайны** используют в основном при разработке грунтов ниже уровня стоянки, уровня грунтовых вод и из-под воды (до 3 м). Особенно эффективны драглайны при сооружении выемок по бестранспортной схеме а также для грубой планировки откосов.

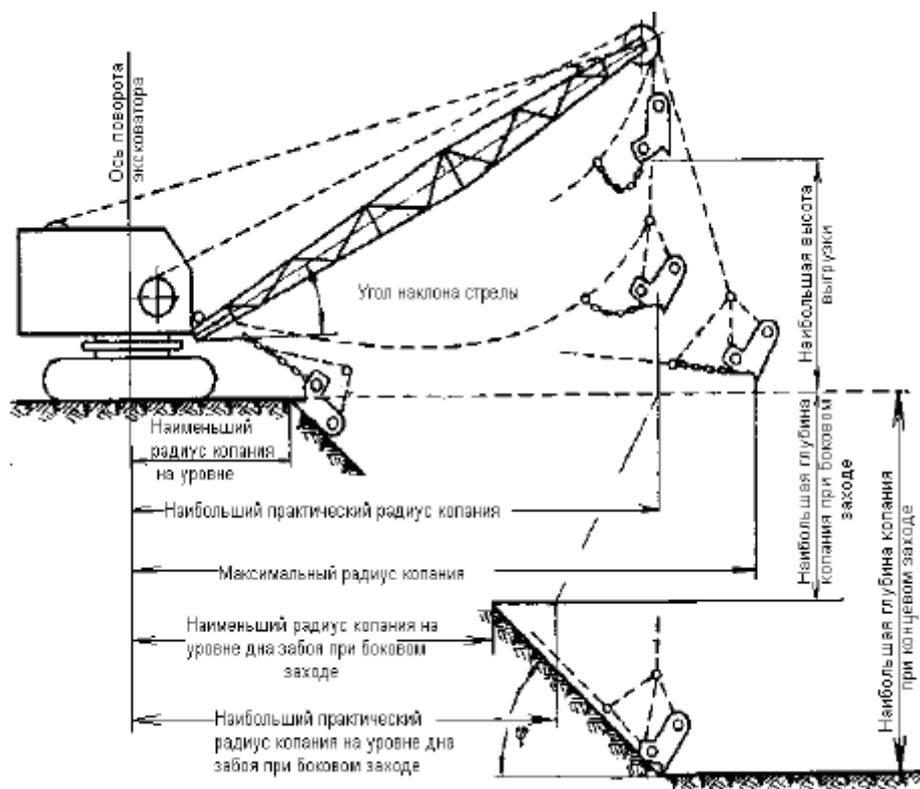


Рис. 5. Рабочие размеры экскаватора, оборудованного драглайном.

При разработке грунта экскаваторами драглайн применяются такие основные схемы:

- продольная;
- поперечная;
- комбинированная.

При продольной схеме (рис. 6) движение экскаватора осуществляется вдоль оси земляного сооружения. При поперечной схеме (рис. 7) параллельно

оси сооружения. Комбинированная схема разработки предполагает разработку пионерной траншеи по продольной схеме, а затем доработка оставшегося грунта производится по поперечной схеме.

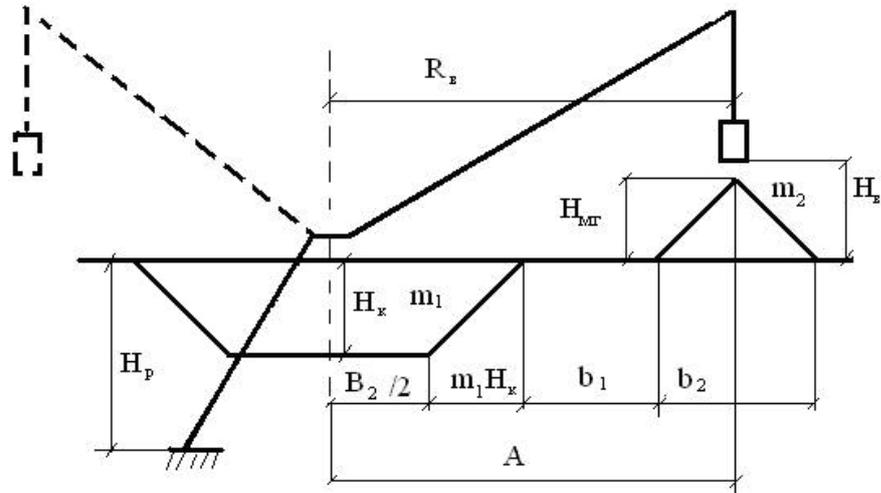


Рис.6. Схема продольной разработки

Для ведения продольной разработки драглайн должен удовлетворять таким условиям:

1.  $R_B \geq A$

$$A = \frac{B_2}{2} + m_1 H_k + b_1 + \frac{b_2}{2}$$

2.  $H_p \geq H$

3.  $H_B \geq H_k$

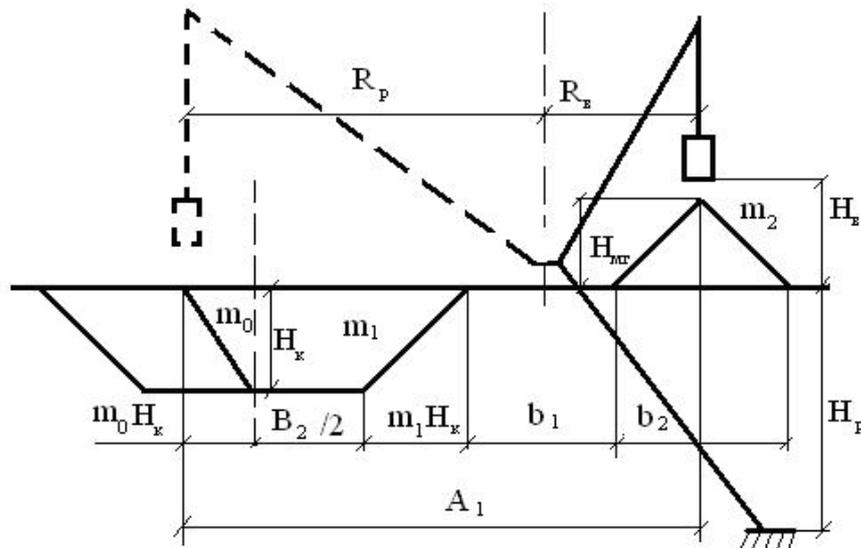


Рис. 7. Схема поперечной разработки

Для ведения поперечной разработки драглайн должен соответствовать следующим требованиям:

1.  $R_p + R_B \geq A_1$

$$A_1 = \frac{B_2}{2} + m_1 H_k + b_1 + \frac{b_2}{2} + m_0 H_k$$

В величину  $A_1$  включено расстояние  $m_0 H_k$  для того, чтобы по оси выемки не оставались недоборы.

2.  $H_p \geq H$

3.  $H_B \geq H_{MG}$

**Многоковшовые экскаваторы** используют в основном для рытья траншей и профильных выемок каналов.

Многоковшовые и фрезерные экскаваторы - машины непрерывного действия. Операции копания, транспортировки и разгрузки грунта они выполняют непрерывно и одновременно.

В отличие от одноковшовых экскаваторов они не являются универсальными машинами, т.к. применение их ограничено формой сечения или шириной выемки по дну.

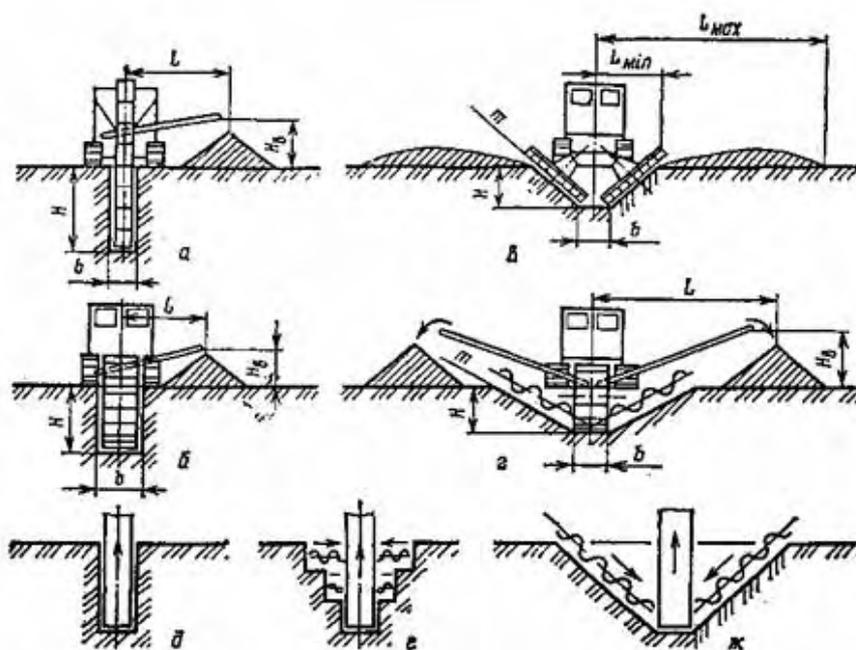


Рис. 8. Поперечные сечения выемок, образуемых многоковшовыми экскаваторами за один проход вдоль оси: а - траншейными цепными продольного копания; б - траншейными роторными; в - двухроторными или двухфрейзерными каналокопателями; г - шнекороторными каналокопателями; д, е, ж - траншейными цепными экскаваторами при использовании шнековых откосообрушителей.

При небольших дальностях транспортировки для разработки грунтов применяют земельно-ройные механизмы: скреперы, бульдозеры.

**Скреперы** в основном используются для снятия растительного слоя, вскрышных работ в карьере и разработки сравнительно неглубоких каналов и котлованов, а также на планировочных работах.

Скреперы являются машинами циклического действия. Рабочий цикл их состоит из следующих операций:

- 1) резания грунта и загрузки ковша;
- 2) транспортирования грунта к месту укладки;
- 3) разгрузки ковша с укладкой грунта;
- 4) передвижения скрепера в забой.

Эффективность применения скреперов в значительной степени зависит от правильности выполнения перечисленных операций.

Основным рабочим органом скрепера является ковш с режущими ножами. Ковш оборудован механизмом для его опускания, подъема и выгрузки грунта, приводимым в действие системой канатов или гидравлическим приводом. Первая операция рабочего цикла начинается в момент начала движения скрепера при опущенном на грунт ковше (рис. 8).

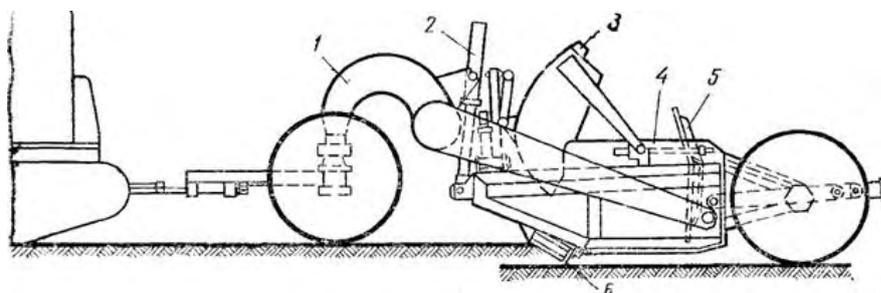


Рис. 8. Положение скрепера при загрузке его ковша: 1 - тяговая рама, 2 - силовой цилиндр, 3 - заслонка, 4 - ковш, 5 - задняя стенка - разгрузочное устройство, 6 - ножи

Ножи, установленные на передней части днища ковша, отрезают слой грунта, который попадает в ковш. По мере наполнения ковша увеличивается сопротивление движению скрепера, а поскольку усилие, развиваемое его двигателем, постоянное, то может наступить момент, когда сопротивление превысит усилие движения, и скрепер остановится. Чтобы такое явление не наступило, необходимо снизить сопротивление, уменьшив толщину стружки. Для этого уменьшают глубину резания, выглубляя ножи. Таким образом, в процессе загрузки ковша толщина стружки непрерывно уменьшается и если посмотреть на нее в разрезе, то она имеет вид клина. Поэтому такой способ резания грунта назвали клиновым (рис. 9). Он применяется при разработке различных связных грунтов на горизонтальных площадках.

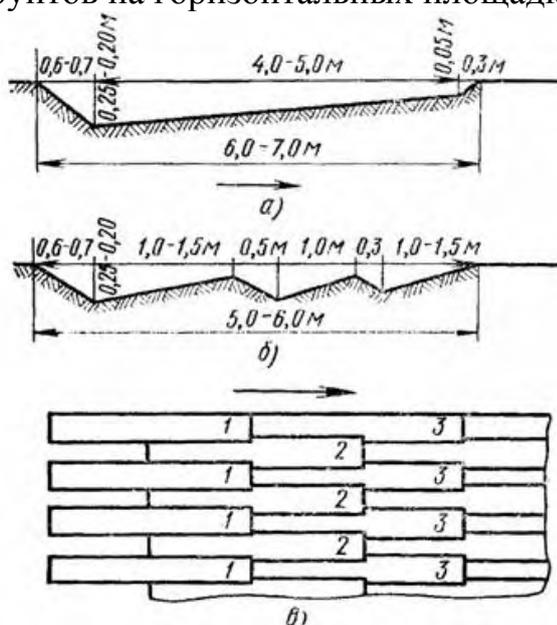


Рис. 9. Способы резания грунта  
а - клиновой; б - гребенчатый; в - ребристо - шахматный

Эффективность работы скреперов в значительной степени зависит от принятой схемы их движения в рабочем цикле. При выборе схемы движения скреперов необходимо учитывать длину забоя и длину пути - разгрузки ковша, а также число поворотов скрепера в одном рабочем цикле. Длина забоя должна быть достаточной для загрузки ковша, длина пути разгрузки - достаточной для полной его выгрузки, а число поворотов скрепера должно быть минимальным.

В зависимости от размеров насыпи или выемки, расположения мест разработки и отсыпки грунта могут быть применены описанные ниже схемы движения скреперов (рис. 10).

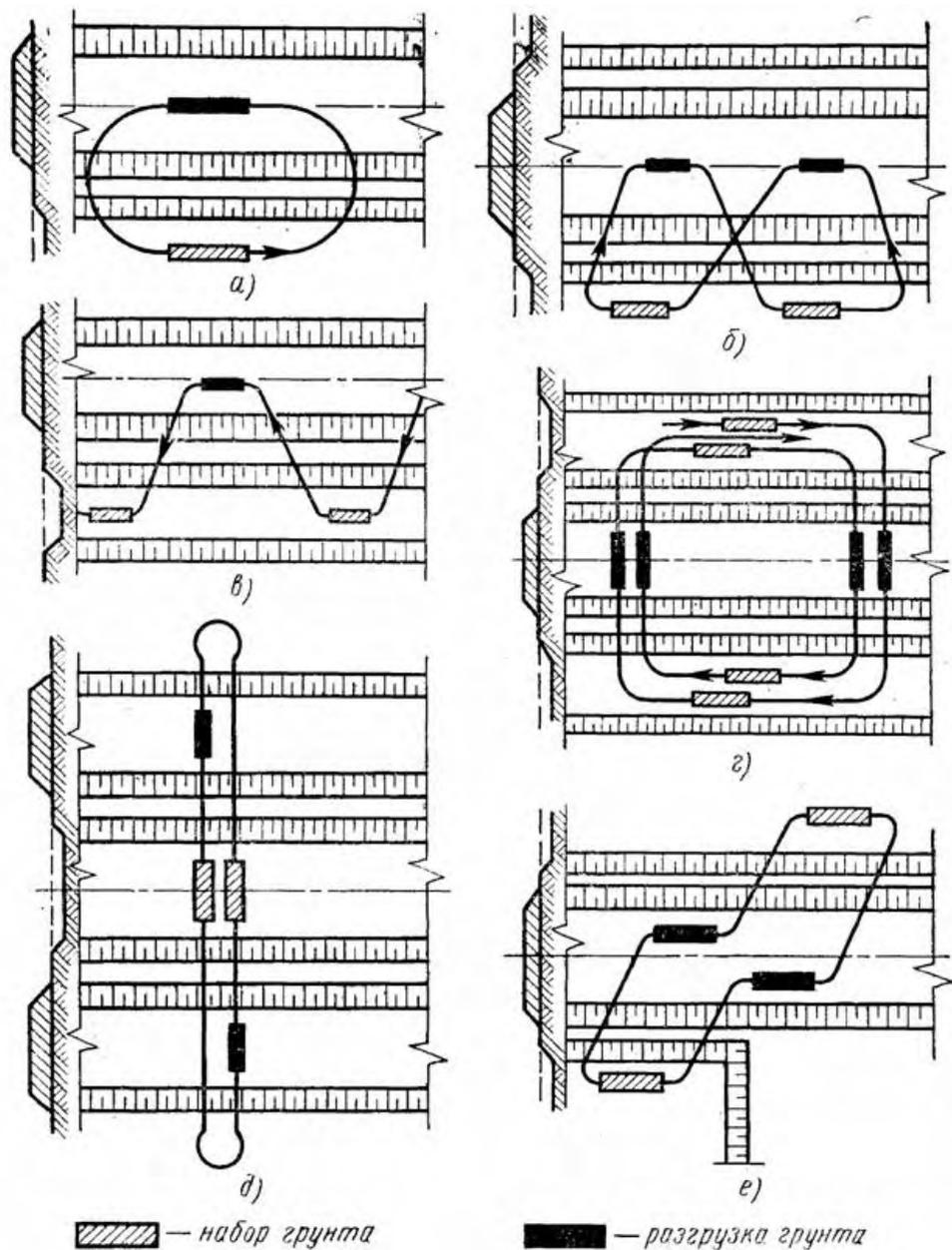


Рис. 10. Схемы движения скреперов

*a* - по эллипсу; *б* - по восьмерке; *в* - по зигзагу; *г* - по спирали; *д* - челночно-поперечная; *е* - челночно-продольная

**Бульдозеры**, как правило, используют для послойной разработки грунта и перемещения его на расстояние 50-100 м, для снятия растительного слоя,

подготовки основания сооружений, зачистки и планировки откосов. Кроме того, бульдозеры применяют для подготовки территории строительства (валки леса, корчевки пней, удаления кустарников и т.д.).

Рабочий цикл бульдозера (рис.11) следующий: при движении машины вперед отвал с помощью системы управления заглубляется в грунт, срезает ножами слой грунта и перемещает впереди себя образовавшуюся грунтовую призму волоком по поверхности земли к месту разгрузки; после отсыпки грунта отвал поднимается в транспортное положение, машина возвращается к месту набора грунта, после чего цикл повторяется. Максимально возможный объем призмы волочения современные бульдозеры набирают на участке длиной 6...10 м. Экономически целесообразная дальность перемещения грунта не превышает 60..80 м для гусеничных бульдозеров и 100... 140 м для пневмоколесных машин.

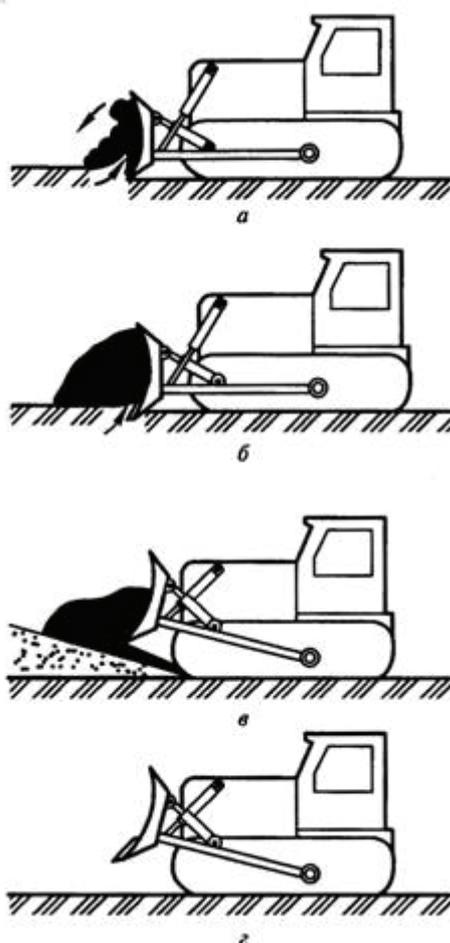


Рис. 11. Схемы работы бульдозера при разработке грунтов: а - резание; б - транспортирование с подрезанием; в - отсыпка; г - откат назад (холостой ход)

Преимущественное распространение получили гусеничные бульдозеры, обладающие высокими тяговыми усилиями и проходимостью. Чем выше тяговый класс машины, тем больший объем земляных работ она способна выполнять и разрабатывать более прочные грунты.

## ВЫБОР КОМПЛЕКТА ЗЕМЛЕРОЙНЫХ И ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ ИХ ПАРКА

В зависимости от темпов производства земляных работ предварительно тип механизмов можно подобрать по табл. 4.

### Зависимость месячной интенсивности экскаватора от емкости ковша

Таблица 4

Месячная интенсивность переработки грунта, тыс. м <sup>3</sup> /мес	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	
	экскаватора	скрепера
до 20	0,5...0,65	6...7
20 ...60	1...1,25	6...10
60 ...100	2	6...10
свыше 100	2...4,6 и выше	10...15

Комплект экскаваторов и автомашин выбирается по минимуму совокупной стоимости разработки грунта в карьере и транспортировки его до плотины (всего не менее двух типов экскаваторов, к каждому из которых подбирается автосамосвал). Следовательно, всего должно быть не менее четырех комплектов машин (табл. 5).

Технические характеристики экскаваторов, скреперов и автосамосвалов даны в [ 1 ], а также в приложении 1-4.

### Состав комплектов механизмов и машин

Таблица 5

Номер комплекта	Состав комплекта	
	экскаватор	автосамосвал
1	Э <sub>1</sub>	А <sub>1</sub>
2	Э <sub>1</sub>	А <sub>2</sub>
3	Э <sub>2</sub>	А <sub>1</sub>
4	Э <sub>2</sub>	А <sub>2</sub>

При выборе комплекта машин необходимо учитывать, что рациональное отношение емкости кузова автомашин ( $W_a$ ) к геометрической емкости ковша экскаватора ( $q$ ) должны быть в пределах 4...7. Число автомашин зависит от дальности транспортировки.

Для каждого комплекта определяется часовая производительность экскаватора, число транспортных единиц (автосамосвалов) для обслуживания одного экскаватора и удельная стоимость разработки и транспортировки породы. Результаты подсчета сводятся в табл. 6, пользуясь которой, выбирают комплект машин по минимуму стоимости этих работ.

## Основные характеристики выбора комплекта машин

Таблица 6

Номер комплекта	Эксплуатационная производительность экскаватора $P_3, \text{ м}^3/\text{ч}$	Число автомашин на один экскаватор,  $N_a$	Стоимость машиносмены		Удельная стоимость разработки и транспортировки породы $\frac{C_3 + N_a C_a}{P_3 t_{\text{см}}}$ , $\text{р}/\text{м}^3$
			экскаватора,  $C_3$	автомашины  $C_a$	

Эффективность работы экскаватора определяется его производительностью, которая бывает:

- конструктивная;
- техническая;
- эксплуатационная.

Конструктивная – характеризует возможность работы машины при работе на расчетном грунте.

Техническая – равна объему грунта определенной группы в плотном теле разрабатываемого экскаватора за час непрерывной работы в конкретных условиях без учета перерывов, простоев и перемещений экскаваторов.

$$(3600 \cdot q \cdot K_n) / T_{\text{ц}} \cdot K_p, \quad (6)$$

где:  $K_n$  – коэффициент наполнения ковша экскаватора,  $K_n = 1,15$ ;

$T_{\text{ц}}$  – время цикла,  $T_{\text{ц}} = 14$  сек;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта,  $K_p = 1,35$ .

Эксплуатационная производительность экскаватора учитывает организацию работ и определяется по формуле:

$$P_3 = P_m \cdot K_в, \quad (7)$$

где:  $K_в$  – коэффициент использования машины во времени,  $K_в = 0,65-0,7$ .

Стоимость машино-смен экскаватора и автомашин для района, указанного в задании, принимается по ЕНиР.

После выбора комплекта механизмов рассчитывается число экскаваторов в забое и общая численность парка машин.

$$N_3 = \frac{J_{\text{см}}}{P_3 t_{\text{см}}}, \quad (8)$$

где:  $N_3$  – число экскаваторов в забое;

$P_3$  – эксплуатационная производительность выбранного экскаватора,  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;

$t_{\text{см}}$  – число рабочих часов в смене (8 часов).

Общая численность парка экскаваторов ( $N'_9$ ) определяется по «директивной норме выработки» ( $\Pi_q$ ), составляющей от 100 до 120 тыс. м<sup>3</sup> в год на 1 м<sup>3</sup> емкости ковша экскаватора:

$$N'_9 = \frac{Q_r}{\Pi_q q}, \quad (9)$$

где:  $Q_r$  – максимальный годовой объем земельно-скальных работ, м<sup>3</sup>;  
 $q$  – емкость ковша выбранного экскаватора, м<sup>3</sup>.

Для экскаватора наиболее эффективной формой работы считается, когда емкость кузова автосамосвала в 4-5 раз больше объема ковша экскаватора.

Число автосамосвалов под один экскаватор определяется по формуле:

$$N_a = 1 + \Pi_9 / W \cdot (1/V_1 + 1/V_2 + t_p + t_3), \quad (10)$$

где:  $N_a$  – количество автосамосвалов под 1 экскаватор, шт;  
 $W$  – объем кузова автосамосвала, м<sup>3</sup>;  
 $l$  – дальность транспортировки, км;  
 $V_1, V_2$  – скорости груженого и порожнего автосамосвала;  
 $t_p$  – время разгрузки автосамосвала, 1/30 часа;  
 $t_3$  – время задержки в пути, 1/12 часа.

### **Эксплуатационная производительность скрепера:**

$$\Pi_9 = 60 \cdot q \cdot K_n \cdot K_e / (T_u \cdot K_p), \quad \text{м}^2/\text{ч}, \quad (11)$$

где:  $q$  – вместимость ковша скрепера,  
 $K_n$  – коэффициент наполнения ковша скрепера,  $K_n = 0.65-0.75$ ;  
 $K_e$  – коэффициент использования скрепера во времени,  $K_e = 0.8$ ;  
 $T_u$  – продолжительность цикла работы скрепера,

$$T_u = t_n + t_p + t_x + t_{от} + t_{шп}, \quad (12)$$

где:  $t_n$  – время резания и одновременного наполнения ковша, мин.

$$t_n = l_n / V_n, \quad (13)$$

где:  $l_n$  – длина набора грунта,

$$l_n = q \cdot K_n \cdot K_n / (b \cdot h \cdot K_p \cdot K_c), \quad (14)$$

где:  $K_n$  – коэффициент потерь грунта,  $K_n = 1.2 - 1.5$ ;  
 $b$  – ширина захвата резания, м;  
 $h$  – толщина срезаемой стружки,  $h = 0.2$  м;  
 $K_c$  – коэффициент неравномерности срезаемой стружки,  $K_c = 0.7$ ;

Выбираем схему движения скрепера.

Численность парка скреперов определяют по годовой директивной норме выработки на  $1 \text{ м}^3$  ковша, которая в европейской части страны составляет  $7,2 \text{ тыс. м}^3$ . Кол-во скреперов определяется по следующей формуле:

$$N_{\text{СКР}} = N/q, \quad (15)$$

где  $N$  – кубоковши,

$$N = \frac{V_{\text{вск.кар}} \cdot K_n}{7200} \quad (16)$$

Общая численность парка автомашин определяется из условия работы автомашин в две смены для бесперебойного обслуживания экскаваторов, работающих в забое [2,5].

Все технические данные принятых в проекте экскаваторов и автомашин приводятся в пояснительной записке.

## ПРОИЗВОДСТВО ВСКРЫШНЫХ РАБОТ

Поскольку вскрышные работы необходимо выполнять в нескольких местах (в основании плотины и на карьерах) следует установить и обосновать очередность их выполнения (одновременно или последовательно).

От принятой схемы организации вскрышных работ зависит число землеройно-транспортных машин, в качестве которых могут быть использованы как скреперы, так и бульдозеры (при вскрыше нагорных карьеров).

Для вскрышных работ на равнинной или слабо наклонной местности и при небольшой толще вскрыши пригодны любые типы скреперов с емкостью ковша  $5 \dots 10 \text{ м}^3$  [1].

По рекомендациям учебника [2,5] необходимо принять определенную схему работы скреперов для каждого объекта, обосновать ее целесообразность и определить сменную эксплуатационную производительность выбранной марки машины и число скреперов в забое при проведении вскрышных работ на карьере и на плотине.

Вскрышные работы на нагорных карьерах осуществляются бульдозерами от верхних отметок карьера к нижним (основанию карьера). Резание грунта производится на прямых участках по прямоугольной или клиновой схеме, слоями  $0,1 \dots 0,2 \text{ м}$  в зависимости от категории грунта.

Перемещение грунта бульдозерами осуществляется параллельными лентами сверху вниз по склону (при углах наклона до  $25^\circ$ ) и продольными заходками (по горизонтали) при малых углах наклона.

Расчет производительности бульдозеров и определение их необходимого количества производятся по общепринятой методике [2,5].

## ТЕХНОЛОГИЯ РАЗРАБОТКИ КАРЬЕРОВ

В проекте разрабатывается технология добычи скальной или нескальной породы для тела плотины и противофильтрационных устройств в зависимости от типа плотины (земляная, каменно-земляная, каменная). Технология разработки карьера в зависимости от материала породы в этом случае будет различной [4].

### Карьеры нескальной (мягкой) породы

По объему разработки грунта в карьере ( $V_k$ ) определяются его размеры – длина, ширина, глубина.

Размеры карьера следует устанавливать с учетом числа ярусов разработки, уклона откосов и соотношении ширины и длины карьера.

Карьер можно назначить с соотношением сторон 1:1,5 – 1:2 и заложением откосов 1:1,5 при числе ярусов разработки не менее двух и высоте забоя, соответствующей параметрам выбранного типа экскаватора и виду разрабатываемого грунта. Разработка грунта в карьере ведется по строго определенной технологической схеме расположения забоев и ходов экскаваторов. До составления схемы следует выбрать типы забоев для начальной стадии разработки и основного периода, определив размеры забоев по технологическим параметрам экскаваторов и автомашин.

Карьер выбирается как можно ближе к месту строительства. Геометрические параметры карьера определяются по объему разработки грунта в карьере. Они устанавливаются с учетом объемов разработки, устойчивости откосов, числа ярусов разработки и т.д. Число ярусов разработки должно быть не меньше двух. Высота яруса вычисляется по формуле:

$$H_{я} = H_3 = (0,8-1,6) \cdot H_{\max}, \quad (17)$$

где:  $H_3$  – высота забоя, м;

$H_{\max}$  – высота копания экскаватора, м.

Глубина карьера с учетом вскрыши:

$$H_k = H_3 \cdot 2 + h_{\text{вск}2}, \quad (18)$$

где:  $h_{\text{вск}2}$  – вскрыши в карьере.

Размеры карьера определяются по формуле:

$$F_k = V_k / H_k, \quad (19)$$

где:  $F_k$  – площадь карьера;

$V_k$  – объем карьера м<sup>3</sup>.

Длина карьера:

$$a = \sqrt{F_k / 2}, \quad (20)$$

где:  $a$  – меньшая сторона;

$A$  – большая сторона равна  $2a$ .

### **Карьеры скальной породы**

Добыча каменного материала производится в нагорных карьерах уступным методом. Высота уступа назначается по высоте черпания выбранного типа экскаватора.

На каждом из уступов организуется 1 или 2 забоя. Основной характеристикой забоя является длина заходки – выравненный участок уступа вдоль фронта продвижения горных работ. Длина заходки принимается обычно 50...60 м. В зависимости от протяженности карьера на каждом из уступов может быть организовано 1 или 2 заходки, в последнем случае разработка заходов осуществляется навстречу друг другу (спаренные заходки). Суммарная длина заходов на всех уступах называется фронтом горных работ ( $L_{г.р.}$ ).

При расчете интенсивности горных работ в карьере следует иметь в виду, что взрывные работы обычно производятся один раз в неделю, недельный объем добычи камня:

$$V_{нед.} = S_y L_{г.р.}, \quad (21)$$

где:  $S_y$  – площадь уступа,  $m^2$ ;

$L_{г.р.}$  – суммарная длина фронта горных работ, м.

Полученный ответ сравнивается с недельной потребностью в камне при укладке его в плотину, а затем определяется количество одновременно разрабатываемых забоев и уступов.

### **ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО УКЛАДКЕ ГРУНТОВ В СООРУЖЕНИЯ**

Производство работ по устройству качественной насыпи предусматривает следующие операции: отсыпку грунта, его разравнивание и уплотнение. В случае необходимости могут производиться также операции по увлажнению грунта (или подсушению) и рыхлению контактного слоя.

Для всех операций (кроме отсыпки) необходимо выбрать соответствующие механизмы и разработать схему их поточной работы, принцип которой заключается в обеспечении равномерности движения фронта всех операций на карте укладки.

Общий темп укладки, а также режим работы любого механизма (или их группы) определяются объемом поступления грунта на карту укладки, т.е. суммарной суточной эксплуатационной производительностью всех экскаваторов, работающих на карьере.

Поточная схема укладки грунта требует предварительной разработки горизонтального сечения сооружения на захватки и карты. Число захваток на карте определяется числом операций на ней. Ширину захватки назначают с учетом минимального радиуса разворота землевозных машин или катков (10...20 м), длина захватки может быть в пределах 200...300 м при уплотнении грунта прицепными катками и 50..100 м при уплотнении грунта самоходными моторными катками.

Кроме того, длина захватки зависит от температуры воздуха в момент возведения плотины. В условиях низких отрицательных температур воздуха и высоких положительных площадь захватки принимается меньше обычной, чтобы свежесыпанный грунт не успел промерзнуть (в первом случае) к моменту его уплотнения (укатки) или пересохнуть (во втором).

В совокупности захватки образуют карту, площадь которой равна сумме площадей захваток. Число карт определяется как частное от деления общей площади сечения плотины на площадь карты, т.е.

$$N_{\text{отс}} = F_{\text{ср}} / F_{\text{к}}, \quad (22)$$

где:  $F_{\text{ср}}$  – площадь на выбранной отметке;

$F_{\text{к}}$  – площадь карты.

Разгрузка грунта по площади карты выполняется в шахматном порядке конусами и разравнивают полосами.

Число карт округляется до целого. Схему разбивки и последовательность операций следует изображать на чертеже по всей площади выбранного сечения плотины с тем, чтобы можно было четко установить переход операций с захватки на захватку и с карты на карту.

### **Разравнивание грунта**

Для разравнивания грунта после его отсыпки на захватку рекомендуется использовать бульдозеры.

Производительность бульдозера при разравнивании грунта следующая:

$$P_{\text{э}} = 3600 \cdot l \cdot (B \sin \gamma - 0.5) \cdot K_{\text{в}} / (n \cdot (1/V + 2t_1 + 2t_2 + t_n)), \quad (23)$$

где:  $P_{\text{э}}$  – эксплуатационная производительность, м<sup>3</sup>/ч;

$B$  – ширина отвала бульдозера, м;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования машины по времени,  $K_{\text{в}} = 0,8$ ;

$l$  – длина планируемого участка, м;

$\gamma$  – угол поворота отвала бульдозера;

$n$  – число проходов по одной полосе;  
 $V$  – скорость бульдозера при разравнивании грунта, м/с;  
 $t_1$  – продолжительность одного переключения скорости, с;  
 $t_2$  – продолжительность одного изменения положения отвала, с;  
 $t_n$  – продолжительность одного поворота, с;  
 $0,5$  – ширина перекрытия полосы, м.

Численность парка бульдозеров определяется по формуле:

$$N_B = I_{CM} / \Pi_{CM}, \quad (24)$$

где:  $I_{CM}$  – сменная интенсивность работ, м<sup>3</sup>/смена;  
 $\Pi_{CM}$  – сменная производительность бульдозера, м<sup>3</sup>/смена.

$$\Pi_{CM} = 20 \cdot N \cdot t_{CM} / l, \quad (25)$$

где:  $l$  – длина карты;  
 $t_{CM}$  – время смены, 8 ч;  
 $N$  – норма выработки бульдозера, м<sup>3</sup>/смену.

Число бульдозеров на захватке определяется по суточному объему подачи грунта для укладки, сменной производительности бульдозера и суточному режиму их работы (по числу рабочих смен в сутки).

### Уплотнение грунта

Тип и марка катка для послойного уплотнения грунта (на карте отсыпки) принимаются в зависимости от вида отсыпаемого грунта (песок, суглинок, скальный материал и т.д.), толщины слоя укатки и необходимой интенсивности работ.

Уплотнение грунта производят прицепными или самоходными катками. Обычно используют кулачковые катки, которые предназначены для уплотнения грунтов слоями до 50 см.

Сменная производительность:

$$\Pi_{CM} = (B - b) \cdot V \cdot 1000 \cdot h \cdot T \cdot K_B / m, \quad (26)$$

где:  $\Pi_{CM}$  – сменная производительность катка, м<sup>3</sup>/смена;  
 $B$  – ширина укатываемой полосы, м;  
 $b$  – ширина перекрытий, м;  
 $V$  – рабочая скорость катка, км/ч;  
 $h$  – толщина уплотняемого слоя, м;  
 $T$  – время смены, ч;  
 $K_B$  – коэффициент использования во времени;  
 $m$  – число проходов по одному месту, шт.

Численность парка катков:

$$N_K = F_K \cdot n / \Pi_{\Sigma} \cdot t_{CM}, \quad (27)$$

где:  $F_K$  – площадь карты;  
 $n$  – число проходок по одному месту.

Число катков определяется исходя из суточного объема грунта для укладки, вычисленной производительности катка и режима его работы (прил. 6).

Наименьшие ширина и длина захватки, скорости движения катков, а также схемы их работы производятся в прил. 6. Грунт в тело плотины следует укладывать при оптимальной влажности, значение которой для основных грунтов можно принять по табл. 7.

### Основные характеристики грунтов

Таблица 7

Грунт	Влажность, %		Наибольшая плотность, т/м <sup>3</sup>
	естественная $W_{ест}$	оптимальная $W_{опт}$	
Песчаный	8-12	8-12	1,7-1,9
Супесчаный	10-15	9-16	1,8-2,1
Суглинистый	20-28	10-18	1,7-1,7
Глинистый	25-35	17-21	1,5-1,8

Если влажность меньше оптимальной, грунт увлажняется либо непосредственно в карьере перед его разработкой (связные грунты), либо на карте отсыпки (сыпучие грунты). В зависимости от этого подбираются машины для увлажнения и определяется необходимый объем воды.

По заданию преподавателя в проект может быть включена углубленная проработка его по следующим направлениям:

- подготовка основания плотины;
- отсыпка переходных слоев и фильтров;
- возведения экрана, ядра, диафрагмы;
- планировка откосов;
- сооружение землевозных дорог по телу плотины на разные ее отметки;
- сопряжение противофильтрационных элементов плотин с боковыми призмами и т.д.

Необходимо добиваться однородности грунта при укладке его в тело плотины, чтобы избежать его расслоения.

### МЕРОПРИЯТИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ.

Для одного из видов земельно-скальных работ (по указанию преподавателя) в пояснительной записке требуется привести перечень основных мероприятий, обеспечивающих безопасность ведения работ.

При разработке мероприятий следует руководствоваться СНиП ША.11-70.

### СОСТАВ И ОБЪЕМ ОТЧЕТНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО РАБОТЕ

Расчетно-пояснительная записка объемом 15-20 страниц должна содержать все расчеты, краткие обоснования методов работ, выбора механиз-

мов и оборудования со ссылками на источники и нормативные документы. К записке прилагается задание и дополнительные схемы.

На чертеже (формат А-1) следует показать:

- характерное поперечное сечение плотины;
- профиль плотины, последовательность ее возведения по годам строительства;
- план среднего горизонтального сечения плотины с размещением на нем карт, захваток и схем поточного процесса укладки грунта, а также схем движения автотранспорта;
- вскрышные работы на карьере;

Каждая из перечисленных позиций должна содержать информацию, необходимую и полезную для исполнителя проекта на строительстве.

## СОСТАВЛЕНИЕ КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

В календарном графике производства работ устанавливают технологическую последовательность, продолжительность и взаимную связь всех процессов по разработке, транспортированию и укладке грунта. Сначала составляется калькуляция трудовых затрат по ЕНиР все расчеты вносятся в табл. 8.

### Калькуляция трудовых затрат

Таблица 8

Наименование работ	Объем работ	Обоснование норм	Трудоемкость		Основная з/пл р.-коп		Состав звена исполнителей по ЕНиР
			на ед работ маш.час	на весь объем маш.смен	на ед. работ	на весь объем	
1	2	3	4	5	6	7	8

Трудоемкость нормативная определяется по формуле:

$$T_p = N_{вр} V / T_{см}, \quad (28)$$

где:  $T_p$  – трудовые затраты на выполнение работ, машиносмена;

$N_{вр}$  – норма времени – нормативные затраты на выполнение единицы объема планировочных работ, человека – час (маш.час);

$V$  – объем грунта в насыпи  $m^3$ ;

$T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, 8 час.

Выполнение работ по разработке и отсыпке связных грунтов в основном следует планировать на летние периоды года.

В календарном графике необходимо предусмотреть время на подготовительные работы по подготовке территории строительства (вырубка леса, раскорчевка пней, устройство водоотвода, водоотлива и водопонижения и т.д.). Таблицу продолжаем на все годы строительства.

### Календарный график производства работ

Таблица 9

Наименование работ	Ед. изм.	Объем работ, тыс. м <sup>3</sup>	Трудоемкость, маш.-см.	Количество смен	Количество раб-бочих в смену	Продолжительность, дни	1 год строительства				2 год строительства						

### ЛИТЕРАТУРА

1. Строительные машины : справ. / под общ. ред. В. А. Баумана. М. : Машиностроение, 1976. - с.
2. Производство гидротехнических работ / В.И. Телешев [и др.]. М. : Издательство АСВ, 2010. - 432 с.
3. Моисеев И. С. Справочник гидроэнергостроителя. М. : Энергия, 1976. - с.
4. СНиП : [утв. Гос. строит. ком. СССР 01.01.85]. 2.06.05-84. Плотины из грунтовых материалов. – М. : Госстрой СССР, 1985. - с.
5. Производство гидротехнических работ / под ред. А. И. Чуракова. М. : Стройиздат, 1985. - 623 с.
6. ЕНиР : [утв. Гос. строит. ком. СССР 05.12.86] Сб. Е2 : Земляные работы, вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы.- М. : Стройиздат, 1989. – 224 с.

## Техническая характеристика экскаваторов, оборудованных прямой лопатой

Показатели	Экскаваторы											
	С гибкой подвеской рабочего колеса							С жесткой подвеской рабочего колеса				
	Э-203Б Э-302БС	Э-303Б	Э-652Б Э-652БС	Э-10011Д ЭО- 5111АС	Э-12516 Э-1252Б	Э-2503	Э-2505	ЭКГ-5	ЭКГ-8н	ЭКГ-12,5	ЭКГ-6,3у	ЭКГ-20
Емкость ковша (основного) сменного, м <sup>3</sup>	0,4	0,4	0,65	1,0	1,25	2,5	2,5-3,2	5,6-6,3	8-10	12,5-16	6,3-8	20
Угол наклона стрелы, град												
Радиус копания, м на уровне стоянки	-	-	45;60	45;60	45;60	45;60	45;60	50	-	-	-	-
наибольший радиус копания, м	3,0	3,0	4,7;4,2	5,0;4,8	6,3;5,7	7,2;6,5	7,2;6,5	7,0	-	-	-	-
наименьшая высота копания, м	5,9	6,1	7,8;7,2	9,2;8,4	9,9;9,1	12,0;11,1	12,0;11,1	15,5	18,2	22,5	35,0	24,0
Наибольший радиус разгрузки, м	6,2	6,2	6,5;7,9	6,5;8,2	7,8;9,3	9;10	9;10	11,0	12,5	15,6	29,2	18,0
Наибольшая высота разгрузки, м	-	-	1,5	1,8;1,4	2;1,6	2,8;2,3	-	-	-	-	-	-
Радиус разгрузки при наибольшей высоте, м	5,4	5,4	7,2;6,5	8,3;7,4	8,9;8,3	10,8;9,7	10,8;9,7	13,6	16,3	19,9	22,9	-
Радиус разгрузки при наибольшей высоте, м	4,3	3,9	4,5;5,6	5;6	5,1;6,6	6,4;7,0	6,4;7,0	7,5	9,1	10,0	24,0	11,6
Радиус разгрузки при наибольшей высоте, м	2,9	2,7	2,7;3,0	2,5;3,4	2,9;3,4	3,5;4,1	3,5;4,1	-	-	7,6	11,9	-

## Техническая характеристика экскаваторов драглайн

Показатели	Э-2505		Э-2503	
Емкость ковша, м <sup>3</sup>	1,5		3,0	
Длина стрелы, м	25		17,5	
Угол наклона стрелы, град	30	45	30	45
Наибольшая высота выгрузки, м	10,3	15,9	6,9	10,5
Наибольший радиус, м:				
Выгрузки	23,8	19,3	16,8	14,0
копания	27,4	24,3	19,3	17,5
Продолжительность цикла, сек	32		32	
Масса экскаватора, т	88		88	

## Техническая характеристика скреперов

Показатели	Скреперы								
	Прицепные			Самоходные					
	ДЗ-20 (Д-498)	ДЗ-33 (Д-569)	Д-697	Д-511	ДЗ-12 (Д-3775)	Д-213А	Д-357М	Д-567	ДЗ-13 (Д-392)
Емкость ковша, м <sup>3</sup> геометрическая с «шапкой»	7	3	4,5	15	7	10	8	10	15
	9	3,5	5,5	17	10	12	9	11	17
Ширина захвата, м	2,65	2,1	2,42	2,85	2,62	2,82	2,75	2,75	2,85
Глубина резания, м									
До	0,3	0,2	0,25	0,35	0,32	0,35	0,3	0,3	0,36
Марка тягача	Т-100МГС	Т-74	ТП-4	ДЭТ-250	Т-100М	Т-180	МАЗ-529Е	МАЗ-546	БелАЗ-531
Наибольшая скорость движения, км/ч	9	6	10	20	9	12	40	40	43

Техническая характеристика самосвалов

Показатели	ГАЗ-600АВ	ЗИЛ-555	МАЗ-205	МАЗ-5035	КрАЗ-256Б	МАЗ-525	МАЗ-530	БелАЗ-540А	БелАЗ-548А	БелАЗ-549	КамАЗ-5510
Грузоподъемность, т	3,5	4,5	6,0	7,0	11,0	25,0	40,0	27,0	40,0	75,0	9,0
Объем кузова, м <sup>3</sup>	2,4	3,0	3,6	3,8	6,0	14,3	22,0	15,3	26,0	49,7	-
Погрузочная высота, м	1,855	1,900	1,915	1,350	2,450	3,100	3,300	3,050	3,460	-	1,870
Максимальная скорость, км/ч	70	80	52	75	65	30	43	55	57	57	80
Габаритные размеры, мм											
длина	5830	5475	6065	5970	8190	8220	10520	7250	8170	9700	6140
ширина	2290	2415	2640	2600	2650	3220	3460	3480	3787	4900	2480
высота	2180	2510	2430	2640	2760	3675	3670	3580	3800	4400	2630

## Технические характеристики бульдозеров

Марка		Базовый трактор	Мощность, кВт	Масса, т	Отвал: длина х высота, м	Глубина разработки, м	Габариты: длина х ширина х высота, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Стоимость машины, р.
новая	старая								
ДЗ-4	Д-159Б	ДТ-54А	40		2,8х0,8	0,15	4,3х2,8х2,3	200	15,41
ДЗ-71	Д-740	Т-50АП	37	3,1	2,0х0,6	0,2	5,0х2,2х2,4	200	
ДЗ-37	Д-579	МТЗ-52	41	3,8	2,0х0,7	0,15	6,2х2,3х3,3	200	15,41
ДЗ-29	Д-535	Т-74	55	6,6	2,6х0,8	0,3	4,8х2,5х2,5	280	17,26
ДЗ-42	Д-606	ДТ-75	59	7,3	2,6х0,8	0,3	4,8х2,6х2,7	300	18,45
ДЗ-128		ДТ-75	59	7,3	2,6х1,0	0,3	4,8х2,6х2,7	300	
ДЗ-8	Д-271А	Т-100М	79	13,6	3,2х1,2	1,0	5,3х3,2х3,1	510	25,29
ДЗ-17	Д-492А	Т-100	79	14,0	3,9х1,0	0,5	5,5х3,2х3,1	570	23,31
ДЗ-18	Д-493А	Т-100М	79	13,6	3,9х1,0	0,5	5,5х3,2х3,1	570	23,31
ДЗ-19	Д-494а	Т-100М	79	13,6	3,0х1,3	0,4	5,1х3,2х3,1	570	26,40
-	Д-259	Т-100	79	14,0	4,2х1,1	0,5	5,5х3,2х3,1	570	26,32
ДЗ-53	Д-686	Т-100М	79	14,1	3,2х1,2	1,0	5,5х3,2х3,1	570	26,11
ДЗ-54С	Д-687	Т-100	79	13,7	3,2х1,2	0,4	5,5х3,2х3,1	570	29,05
ДЗ-9	Д-275А	Т-180	132	18,9	3,4х1,4	1,0	6,7х3,4х2,5	900	36,06
ДЗ-24Л	Д-521	Т-180	132	18,2	3,4х1,1	1,0	7,0х4,4х2,8	900	37,73
ДЗ-25	Д-522	Т-180	132	17,9	4,4х1,2	0,5	7,0х4,4х2,8	960	42,56
ДЗ-35А	Д-575А	Т-180	132	17,1	3,6х1,3	0,5	6,6х3,9х2,8	960	37,85
-	Д-290	Т-180	132	18,5	4,6х1,3	0,5	8,2х3,4х2,8	1020	36,57
ДЗ-48	Д-661	К-702	155	18,2	3,6х1,2	0,6	7,5х3,6х3,5	1050	
-	Д-384А	ДЭТ-250	221	31,8	4,5х1,4	0,3	6,9х4,5х3,2	1400	52,68
-	Д-385	ДЭТ-250	221	33,5	4,5х1,4	0,5	8,7х4,2х3,1	1400	52,96
ДЗ-34С	Д-572С	ДЭТ-250	221	31,4	4,5х1,6	0,4	6,9х3,8х3,2	1400	53,79

## Показатели работы бульдозеров

Марка трактора	Марка бульдозера	Элементы цикла										
		Скорость перемещения, м/мин		В продолжительности набора грунта, мин (T <sub>н</sub> )		Время на переключение скорости, мин (T <sub>п</sub> )	Путь набора грунта, м (l <sub>наб</sub> )		Объем в плотном состоянии грунта за рейс, м <sup>3</sup> (g)			
		В груженом состоянии (V <sub>гр</sub> )	В порожнем состоянии (V <sub>пор</sub> )									
		Группа грунта										
1	II	1	II	1	II	1, II	1	II	1	II		
ДТ-54	Д-159Б Д-444	56	56	78	78	0,11	0,23	0,07	5,6	12,9	0,78 0,91	0,75 0,89
Т-75	Д-535	39	39	59	59	0,09	0,19	0,09	2,97	7,4	1,29	1,25
С-80	Д-157 Д-271 Д-259	43	39	59	59	0,09	0,19	0,1	3,8	7,4	2 2,05 2,32	1,94 1,98 2,22
С-100	Д-157 Д-271 Д-259	47	42	74	74	0,07	0,15	0,1	3,3	6,3	2 2,05 2,32	1,94 1,98 2,22
Т-140	Д-275 Д-290	42	42	83	83	0,07	0,15	0,14	2,94	6,3	3,42 4,13	3,31 3,99
ДЭТ-250	Д-384 Д-385	49	49	117	117	0,07	0,14	0,17	3,43	6,86	4,92	4,75

## Технические характеристики грунтоуплотняющих машин

Марка		Характеристика машины	Базовый трактор	Мощность, кВт	Масса, т	Глубина уплотняемого слоя, м	Ширина уплотняемого слоя, м	Габариты: длина x ширина x высота, м	Производительность, м <sup>3</sup> /ч
новая	старая								
<i>Трамбующие машины на базе бульдозера</i>									
ДУ-12В	Д-471В	Навесная	Т-100М	79	6,5	1,2	2,5	5,0x2,5x3,0	100
ДУ-12В	Д-471В	Навесная	Т-130	118	6,5	1,2	2,5	5,0x2,5x3,0	115
цниис-РМЗ		Самоходная	Т-110М	79	18,8	1,2	2,8	7,7x3,2x3,1	120
<i>Виброплиты</i>									
	Д-604*			4,4	0,125	0,57	0,66	1,5x1,0x1,0	50
	Д-605*	-	-	4,4	0,125	0,83	1,0	1,5x1,0x1,0	50
	Д-639*	-	-	7,4	0,25	0,5	1,2	2,8x1,5x1,5	60
	Ц-368Б*	-	-	16,9	2,2	1,8	1,4	2,8x1,7x1,5	100
GSD-20*	-	-	-	2,6	0,23	0,3	0,35	1,6x0,4x0,9	30
BSD-31,5*	-	-	-	5,2	1,2	0,75	0,75	2,9x1,4x1,4	45
SVP-12,5*	-	-	-	2,6	0,15	0,4	0,55	1,4x0,8x0,9	55
SVP-25*	-	-	-	4,4	0,27	0,4	0,75	1,5x1,0x1,0	65
VP-31,5/1*	-	-	-	5,2	0,5	0,6	1,0	2,4x1,1x1,1	70
BSD-63*	-	-	-	11	1,4	1,0	0,9	2,9x1,6x1,5	80
SVP-63/1*	-	-	-	11	0,7	0,6	2,0	2,5x1,3x1,4	90