

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра строительства и эксплуатации  
гидромелиоративных систем

*М. А. Шух*

# **ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАБОТ**

*Методические указания по выполнению курсовой работы  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство*

Горки  
БГСХА  
2017

УДК 631.672.32(072)  
ББК 31.57  
Ш98

*Рекомендовано методической комиссией  
мелиоративно-строительного факультета.  
Протокол № 6 от 22 февраля 2016 г.*

Автор:  
кандидат технических наук, доцент *М. А. Шух*

Рецензенты:  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. А. Шавлинский*;  
кандидат технических наук, доцент *М. В. Нестеров*

**Шух, М. А.**  
Ш98      Технология производства водохозяйственных работ : методические указания по выполнению курсовой работы / М. А. Шух. – Горки : БГСХА, 2017. – 68 с.

Дана методика выполнения расчетов, связанных с технологией производства работ по возведению грунтовых насыпных сооружений (на примере плотины из местных материалов). Изложены рекомендации по отбору проектных решений. Приведены технические характеристики машин, необходимый нормативный материал.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 05 01 Мелиорация и водное хозяйство.

УДК 631.672.32(072)  
ББК 31.57

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2017

## ВВЕДЕНИЕ

Решать вопросы, связанные с разработкой технологии строительства грунтовых насыпных плотин, необходимо применительно к конкретным условиям строящихся мелиоративных объектов. Поиск оптимальной технологии позволит закрепить и расширить теоретические знания по предмету, приобрести навыки самостоятельной и творческой работы, научиться пользоваться справочной, нормативной и учебно-методической литературой.

В процессе разработки технологии строительства данных сооружений необходимо предусмотреть решение следующих основных вопросов:

1. Привести характеристику условий строительства возводимого сооружения.

2. Установить необходимый перечень рабочих операций, связанных со строительством данного сооружения, учитывая конкретные условия его строительства.

3. Определить планируемые профильные объемы работ по всему перечню рабочих операций и установить условия их выполнения.

4. Выбрать технически пригодные и экономически выгодные типы и марки машин для выполнения всего перечня рабочих операций.

5. Дать описание технологии производства работ по всем рабочим операциям с необходимыми расчетами.

6. Составить организационно-технологическую документацию на строительство данного сооружения.

7. Подсчитать технико-экономические показатели разработанной технологии строительства грунтовой насыпной плотины.

### СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шух, М. А. Технология производства водохозяйственных работ: учеб.-метод. пособие / М. А. Шух. – Горки: БГСХА, 2015. – 300 с.
2. Ясинецкий, В. Г. Производство гидромелиоративных работ / В. Г. Ясинецкий, Н. К. Фенин, В. И. Громов. – Москва: Колос, 1972. – 264 с.
3. Шух, М. А. Технология и организация мелиоративных и водохозяйственных работ: в 2 ч.: метод. указания по курс. проект. / М. А. Шух. – Горки: БГСХА, 2014. – Ч. 1. – 80 с.
4. Нормы выработки и расхода топлива на мелиоративную технику / М-во с. х-ва и прод. Респ. Беларусь; Гос. учреждение «Республиканский нормативный исследовательский центр». – Минск, 2010. – 22 с.

5. Шух, М. А. Технология производства работ: метод. указания по вып. лаб. работ / М. А. Шух, Л. Г. Основина, В. П. Орешников. – Горки: БГСХА, 2004. – 132 с.

6. Шух, М. А. Экономическое обоснование проектных решений по производству гидромелиоративных работ на объектах мелиоративных систем: метод. указания по курс. и дипл. проект. / М. А. Шух, О. А. Шавлинский. – Горки: БГСХА, 2008. – 20 с.

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Для решения всех перечисленных вопросов необходимо наличие следующих исходных данных:

1. План местности с горизонталями и проектное положение створа плотины на этом плане.

2. Проектные параметры плотины (ширина плотины по гребню, максимальная высота плотины, коэффициенты заложения откосов плотины, проектная плотность грунта в теле плотины), продольный профиль и поперечники.

3. Конструктивные особенности плотины (ядро, экран, понур, промежуточные бермы – размеры, отметки).

4. Конструкция крепления откосов – типы, отметки.

5. Геологические условия объекта строительства (наименование грунтов, из которых планируется возведение тела плотины, место их залегания, мощность залегания, естественная плотность и влажность; наименование и мощность вскрышных грунтов, их строительные свойства).

6. Наличие землеройных, землеройно-транспортных и транспортных машин различных типов и марок в подрядной строительной организации.

7. Производственные условия объекта строительства (расстояние от базы строительной организации до плотины; расстояние от места разработки грунта до плотины; планируемый срок строительства данного сооружения; категории дорог, связывающих объект строительства с базой строительной организации).

В процессе разработки технологии строительства грунтовых плотин дополнительно потребуется множество нормативных и справочных данных. Эти дополнительные данные нужно принимать самостоятельно, находя их в нормативной, справочной и учебно-методической литературе (см. список рекомендуемой литературы).

## **2. ХАРАКТЕРИСТИКА УСЛОВИЙ СТРОИТЕЛЬСТВА ПЛОТИНЫ**

При освещении данного вопроса необходимо дать полную характеристику всех условий строительства:

1. Привести все проектные параметры возводимого сооружения.

2. Дать полную характеристику геологических условий объекта строительства (наименования всех видов грунтов на объекте и их основные строительные свойства: естественная плотность, плотность после разработки машинами, группы грунтов по трудности их разработки основными типами машин, естественная и оптимальная влажность, разрыхляемость, углы естественного откоса, мощность залегающих и т. п.).

3. Дать характеристику производственных условий объекта строительства (наименование подрядной строительной организации, качественный и количественный состав парка машин в этой организации; место расположения объекта строительства относительно базы строительной организации; место расположения грунтов, которые необходимы для отсыпки тела плотины; планируемые сроки строительства данного сооружения и т. п.).

Все перечисленные условия относятся к строительству сооружения в целом и оказывают существенное влияние на выбор необходимого перечня рабочих операций, типов и марок машин.

## **3. СОСТАВ РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ**

Грунтовые плотины представляют собой насыпи, которые возводятся в строгом соответствии с проектными параметрами и обладают необходимой прочностью, статической устойчивостью и водонепроницаемостью. В данных указаниях рассматриваются вопросы, связанные только с возведением тела плотин и не касающиеся строительства водосбросных сооружений на них.

Как правило, при возведении тела грунтовой плотины механическим способом (отсыпкой) необходимо выполнять два строительных процесса, которые технологически и во времени тесно связаны между собой [1]. Первый – производство работ в карьере, второй – возведение тела грунтовой плотины. В целом ориентировочный состав рабочих операций для рассматриваемого случая будет следующим [1]:

1. Вынос в натуру проектных осей и размеров карьера.

2. Вскрыша карьера.

3. Вынос в натуру проектных осей и параметров тела грунтовой плотины.

4. Вскрыша основания плотины.

5. Рыхление основания плотины.

6. Уплотнение грунтов в основании плотины.

7. Разработка грунта в карьере с погрузкой в транспортные средства.

8. Транспортирование разработанного грунта из карьера в тело плотины.

9. Разравнивание доставленного в тело плотины грунта слоем расчетной толщины (если разработку грунта в карьере и его транспортирование в тело плотины планируется выполнять скрепером, то разравнивание грунта в теле плотины не является отдельной рабочей операцией, так как скрепер способен самостоятельно отсыпать доставленный грунт слоем нужной толщины).

10. Доувлажнение слоя грунта в теле плотины до оптимальной влажности.

11. Послойное уплотнение грунта в теле плотины.

12. Срезка бахромы с верхового откоса (выполняется в случае жесткой конструкции крепления верхового откоса).

12'. Планировка поверхности верхового откоса (выполняется в случае нежесткой конструкции крепления откоса).

13. Монтаж плит крепления верхового откоса.

13'. Устройство песчаной подготовки и распределение щебня по поверхности верхового откоса.

14. Планировка поверхности низового откоса.

15. Распределение растительного грунта по поверхности низового откоса.

16. Посев трав на низовом откосе.

Приведенный здесь перечень рабочих операций для каждого выделенного строительного процесса является минимальным и приближенным. При разработке дальнейших вопросов технологии он может корректироваться с учетом условий производства этих операций, принятых типов машин и задания на проектирование. Окончательный перечень рабочих операций, отражающий условия и принятую технологию строительства, может быть определен только на стадии составления организационно-технологической документации. Например, возможны операции по рекультивации карьера, благоустройству гребня плотины.

## 4. ОБЪЕМЫ РАБОТ

### 4.1. Определение профильных объемов тела плотины

Чтобы определить трудоемкость, машиноёмкость, стоимость и другие технико-экономические показатели разрабатываемой технологии строительства, а также выбрать экономически выгодные типы и марки машин для выполнения намеченного перечня рабочих операций, следует предварительно определить профильные объемы этих операций и установить все необходимые условия их выполнения.

Исходным материалом для определения объемов является продольный профиль по створу плотины, который необходимо строить на миллиметровой бумаге в прямоугольной системе координат. По оси ординат в произвольном масштабе откладывают условные отметки местности, по которой проходит проектный створ плотины. Обычно эти отметки проставлены на горизонталях плана местности, на котором необходимо построить это сооружение. По оси абсцисс в масштабе плана местности строят следующие шкалы:

- проектные точки (сечения) по створу плотины (точки пересечения проектного створа плотины с горизонталями плана местности). Первая и последняя проектные точки – это места сопряжения гребня плотины с поверхностью земли;

- условные отметки проектных точек (соответствуют отметкам горизонталей, которые пересекают проектный створ плотины). Для первой и последней точек отметки одинаковы и равны проектной отметке гребня плотины;

- проектная высота плотины в сечениях (определяется как разность проектной отметки гребня плотины и условной отметки каждой точки). Для первой и последней точек проектная высота плотины равна нулю;

- расстояние между сечениями (на плане местности с помощью измерителя определяют расстояние между сечениями по масштабу плана местности – требуемые расстояния);

- пикеты по гребню плотины (первая точка обозначается как ПК0, разбивка ведется через 100 м).

Все полученные точки в соответствии с их условными отметками наносят на продольный профиль и соединяют прямыми линиями. Первую и последнюю точки соединяют прямой, параллельной оси абсцисс. Таким образом, имеем продольный профиль по створу плотины со всеми необходимыми для дальнейших расчетов данными.

Объемы всех рабочих операций принято определять на основании известного профильного объема тела плотины  $W_{\text{п}}$ .

Профильный объем тела плотины принято определять на основании продольного профиля по створу плотины в таблице определенной формы (табл. 1).

Дальнейшие расчеты рекомендуется проводить в табл. 1.

Таблица 1. **Определение профильного объема тела плотины**

Номер сечения профиля	Отметка поверхности	$H_{\text{п}i}$ , м	$L_{i-j}$ , м	Основание плотины			Геометрический объем тела плотины		
				$B_{\text{п}i}$ , м	$B_{\text{сп}}^{i-j}$ , м	$F_{\text{осн}}^{i-j}$ , м <sup>2</sup>	$f_i$ , м <sup>2</sup>	$f_{\text{сп}}^{i-j}$ , м	$W_{\text{г}}^{i-j}$ , м <sup>3</sup>
1									
2									
						Σ			Σ

Принятые в таблице обозначения расчетных параметров:

$H_{\text{п}i}$  – проектная высота плотины в  $i$ -м сечении, м (согласно продольному профилю);

$L_{i-j}$  – расстояние между сечениями  $i$  и  $j$ , м (согласно продольному профилю);

$B_{\text{п}i}$  – ширина плотины по низу в  $i$ -м сечении, м, определяемая при постоянных коэффициентах заложения откосов и отсутствии промежуточных берм по формуле

$$B_{\text{п}i} = B_{\text{г.п}} + (m_{\text{в}} + m_{\text{н}}) \cdot H_{\text{п}i}, \quad (1)$$

где  $B_{\text{г.п}}$  – ширина гребня плотины, м.

При наличии промежуточных берм и (или) непостоянных коэффициентах заложения одного или обоих откосов в сечениях до отметки берм ширину плотины по низу определяют по формуле (1), принимая соответствующие численные значения коэффициентов заложения откосов.

На отметке бермы ширина плотины по низу увеличивается на ширину берм, м:

$$B_{\text{п.б}} = B_{\text{г.п}} + (m_{\text{в}1} + m_{\text{н}1}) \cdot H_{\text{п}i} + B_{\text{б.н}} + B_{\text{б.в}}, \quad (2)$$

где  $m_{\text{в}}$ ,  $m_{\text{н}}$  – коэффициенты заложения верхового и низового откосов выше отметки бермы;

$B_{\text{б.н}}$ ,  $B_{\text{б.в}}$  – ширина берм соответственно низовой и верховой, м.

На отметках ниже брем ширина по низу, м, определяется по формуле

$$B_{ni} = B_{п.б} + (m_{в2} + m_{п2}) \cdot (H_{пi} - H_{п.б}), \quad (3)$$

где  $H_{п.б}$  – высота плотины на отметке брем, м.

В строке, соответствующей отметке брем (см. табл. 1), вычисленные по формулам (1) и (2) значения  $B_{ni}$  записываются через дробь.

Средняя ширина плотины по низу, м, между сечениями  $i$  и  $j$  (рис. 1) определяется по формуле

$$B_{cp}^{i-j} = \frac{B_{ni} + B_{nj}}{2}, \quad (4)$$

а площадь элемента основания равна, м<sup>2</sup>:

$$F_{осн}^{i-j} = B_{cp}^{i-j} \cdot L_{i-j}. \quad (5)$$

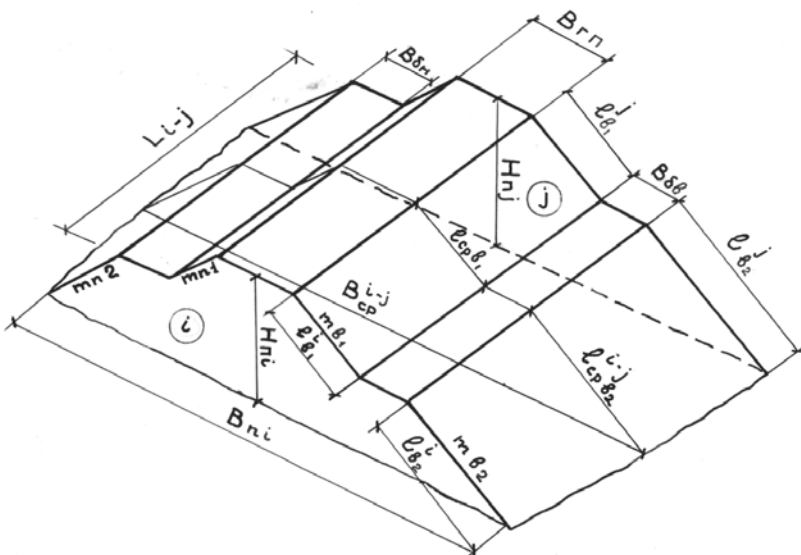


Рис. 1. Элемент тела плотины

Площадь поперечного сечения плотины, м<sup>2</sup>, в сечениях до отметки брем определяется по формуле

$$f_i = \frac{H_{п.и} \cdot (B_{г.п} + B_{п.и})}{2}. \quad (6)$$

Ниже отметки берм площади поперечных сечений определяются как сумма постоянной  $f_i$  на отметке бермы (формула (6)) и переменной,  $m^2$ :

$$\Delta f_i = \frac{(H_{п.и} - H_{п.б}) \cdot (B_{п.б} + B_{п.и})}{2}; \quad (7)$$

$$f_{ср}^{i-j} = \frac{f_i + f_j}{2}, \quad (8)$$

где  $f_{ср}^{i-j}$  – средняя площадь поперечного сечения плотины между сечениями  $i$  и  $j$ ,  $m^2$ ;

$$W_{г}^{i-j} = f_{ср}^{i-j} \cdot L_{i-j}, \quad (9)$$

где  $W_{г}^{i-j}$  – геометрический объем элемента тела плотины между сечениями  $i$  и  $j$ ,  $m^3$ .

Определив площадь основания плотины  $\sum_{i=1}^n F_{осн}^{i-j}$ , находят объем вскрыши основания плотины,  $m^3$ :

$$W_{вск} = \sum_{i=1}^n F_{осн}^{i-j} \cdot h_{вск}^п, \quad (10)$$

где  $h_{вск}^п$  – планируемая толщина слоя вскрыши грунта с основания плотины,  $m$  (согласно геологическим условиям объекта строительства).

Таким образом, профильный объем тела плотины равен,  $m^3$ :

$$W_{п} = \sum_{i=1}^n W_{г}^{i-j} + W_{вск}, \quad (11)$$

где  $\sum_{i=1}^n W_{г}^{i-j}$  – геометрический объем тела плотины,  $m^3$ .

Расчет объемов рабочих операций, связанных с обустройством откосов плотины, целесообразно выполнять в табличной форме (табл. 2).

Таблица 2. Определение объемов работ по обустройству плотины

Номер точки профиля	Отметка поверхности	$H_{ni}$	$L_{i-j}$ , м	Верховой откос			Низовой откос		
				$l_i$ , м	$l_{cp}^{i-j}$ , м	$F_{отк}^{i-j}$ , м <sup>2</sup>	$l_i$ , м	$l_{cp}^{i-j}$ , м	$F_{отк}^{i-j}$ , м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1									
2									
$i$									
$j$									
						Σ		Σ	

Принятые в таблице обозначения расчетных параметров:

$l_i$  – длина откоса плотины в  $i$ -м сечении профиля, м;

$$l_i = H_{ni} \cdot \sqrt{1 + m_0^2}, \quad (12)$$

где  $m_0$  – проектный коэффициент заложения рассматриваемого откоса плотины (проектный параметр).

Данная формула применима при постоянном коэффициенте заложения откоса и отсутствии бермы, а также для определения длины верхней части откоса (выше бермы).

Длина откоса, м, на отметке бермы определяется по формуле

$$l_{0.6} = H_{n.6} \cdot \sqrt{1 + m_0^2} + B_6, \quad (13)$$

а ниже бермы – как сумма постоянной (формула (13)) и переменной, м:

$$\Delta l_i = (H_{ni} - H_{n.6}) \cdot \sqrt{1 + m_0^2}, \quad (14)$$

т. е.

$$l_i = l_{0.6} + \Delta l_i, \quad (15)$$

принимая значение  $m_0$ , соответствующее заложению нижней части откоса.

Средняя длина откоса элемента плотины  $l_{cp}^{i-j}$  между точками  $i$  и  $j$  равна, м:

$$l_{\text{cp}}^{i-j} = \frac{l_i + l_j}{2}. \quad (16)$$

Площадь откоса элемента плотины  $F_{\text{отк}}^{i-j}$  между точками  $i$  и  $j$  равна,  $\text{м}^2$ :

$$F_{\text{отк}}^{i-j} = l_{\text{cp}}^{i-j} \cdot L_{i-j}. \quad (17)$$

Если строительным проектом предусмотрено крепление не по всей поверхности откоса, площадь крепления определяется приближенно как доля поверхности крепления от общей площади откоса. Необходимое количество плит крепления получим как частное от деления площади поверхности крепления на площадь одной плиты.

Среднюю длину,  $\text{м}$ , каждого откоса плотины можно вычислить по формуле

$$l_{\text{cp}} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j}}{L_{\text{т.п}}}, \quad (18)$$

где  $\sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j}$  – общая расчетная площадь рассматриваемого откоса

плотины, подлежащая обустройству;

$L_{\text{т.п}}$  – проектная длина плотины по гребню, которая определяется по продольному профилю (последняя шкала оси абсцисс).

## 4.2. Определение размеров карьера

При отсыпке профильных насыпей наиболее целесообразно использовать грунт, разрабатываемый при устройстве профильных выемок (котлованы под водосбросные и водовыпускные сооружения, подводящие и отводящие каналы и др.). Недостающее количество грунта разрабатывается в карьере,  $\text{м}^3$ :

$$W_{\text{к}} = W_{\text{п}} \cdot K_{\text{y}} \cdot K_{\text{т.п}} - W_{\text{п.в}}, \quad (19)$$

где  $K_{\text{y}}$  – коэффициент уплотнения, рассчитываемый по формуле

$$K_{\text{y}} = \frac{\gamma_{\text{np}}}{\gamma_{\text{е}}}, \quad (20)$$

где  $\gamma_{пр}$  – проектная плотность грунта в теле плотины, т/м<sup>3</sup> (согласно проектным параметрам);

$\gamma_e$  – естественная плотность грунта в карьере, т/м<sup>3</sup> (согласно геологическим условиям);

$K_{т.п}$  – коэффициент, учитывающий потери грунта при транспортировании его из карьера в тело плотины (1,02...1,03);

$W_{п.в}$  – объем грунта, используемого из профильных выемок, м<sup>3</sup>.

В плане карьер целесообразно располагать в зоне залегания природных грунтов в верхнем бьефе плотины не ближе 50 м от подошвы верхового откоса.

При проектировании карьера в вертикальной плоскости необходимо придерживаться следующих рекомендаций. Верхняя граница карьера (на пойме) должна располагаться ниже НПУ, дно (во избежание подтопления) – выше уровня воды в реке на период производства работ (ориентировочно 1 м), коэффициент заложения откосов – не менее 1,0 (рис. 2).

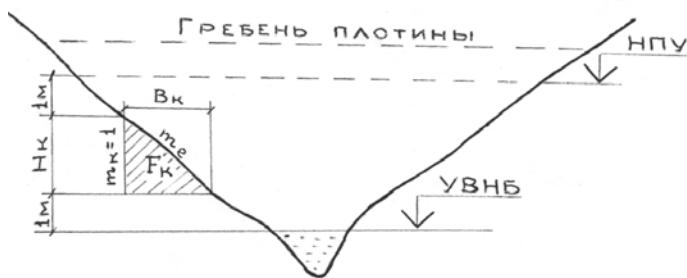


Рис. 2. Продольный профиль местности в сечении на середине карьера по длине

С учетом изложенных выше рекомендаций необходимо на плане нанести предполагаемый контур карьера, построить профиль местности на расстоянии 200...300 м от створа плотины и определить площадь, м<sup>2</sup>, поперечного сечения карьера (рис. 2) по формуле

$$F_k = \frac{1}{2} \cdot (m_e - m_k) \cdot (H_k^2 - 1), \quad (21)$$

где  $m_e$  – коэффициент заложения естественного рельефа местности, равный:

$$m_e = \frac{B_k}{H_k}, \quad (22)$$

$B_k$  – ширина карьера на поверхности, м;  
 $H_k, t_k$  – соответственно наибольшая глубина карьера (разность отметок верхней границы и дна карьера) и коэффициент заложения его откосов.

Значения  $B_k$  и  $H_k$  снимаются с продольного профиля местности (рис. 2).

При более сложной форме поперечного сечения карьера площадь сечения определяется как сумма площадей простой формы.

Необходимая протяженность (длина), м, карьера вдоль водотока определяется по формуле

$$L_k = \frac{W_k}{F_k}. \quad (23)$$

Руководствуясь найденными значениями размеров карьера на поверхности и изложенными выше рекомендациями по его расположению, следует нанести контуры карьера на план стройплощадки, верхнюю и нижнюю границы при этом целесообразно ориентировать по соответствующим горизонталям местности.

Определив проектные параметры карьера, находят расчетный объем, м<sup>3</sup>, его вскрыши по формуле

$$W_{вск}^k = B_k \cdot L_k \cdot h_{вск}^{кар}, \quad (24)$$

где  $h_{вск}^{кар}$  – мощность слоя вскрыши карьера, м.

## **5. ВЫБОР МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУНТА**

При выборе типов и марок машин необходимо руководствоваться следующими требованиями:

1. Для выполнения рассматриваемых рабочих операций следует принимать лишь те типы и марки машин, которые имеются в парке подрядной строительной организации.

2. Условия выполнения рабочей операции должны соответствовать условиям применения принимаемых типов машин.

3. Технологические параметры принимаемых машин должны соответствовать проектным параметрам возводимого сооружения.

4. Для выполнения рассматриваемой рабочей операции следует принимать те типы и марки машины, которые обеспечивают мини-

мальные стоимость и трудоемкость единицы объема работ либо минимальные затраты топлива.

Кроме указанных принципов выбора необходимо руководствоваться чисто практическими рекомендациями, согласно которым число типов и марок машин, работающих на данном объекте, должно быть минимальным. Это положение позволяет значительно сократить расходы, связанные с доставкой требуемых машин на объект.

В случае использования для устройства насыпных сооружений грунта из карьера разработку и транспортирование грунта осуществляют обычно скреперами или одноковшовыми экскаваторами с циклическими транспортными средствами, ориентируясь прежде всего на наличие соответствующей техники в подрядной строительной организации.

Если для разработки грунта в карьере используются одноковшовые экскаваторы, их комплектование с транспортными средствами целесообразно осуществлять с учетом того, что для загрузки требуется 5...8 циклов работы (черпаний) экскаватора.

Требуемое для загрузки количество циклов (черпаний) экскаватора определяется по формуле

$$m = \frac{Q'_k}{q}, \quad (25)$$

где  $Q'_k$  – объемная грузоподъемность транспортного средства, равная,  $\text{м}^3$ :

$$Q'_k = \frac{G_T}{\gamma_e}, \quad (26)$$

где  $G_T$  – грузоподъемность автомобиля, т;

$q$  – объем загружаемого грунта,  $\text{м}^3$ , за один цикл экскаватора, определяемый по формуле

$$q = q_k \frac{K_n}{K_p}, \quad (27)$$

где  $q_k$  – вместимость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша, принимаемый на этапе предварительных расчетов равным единице;

$K_p$  – коэффициент разрыхления грунта.

Вместимость ковшей экскаваторов с различным рабочим оборудованием и грузоподъемностью автомобилей приведена в прил. 9.

Расчеты количества циклов целесообразно свести в табл. 3, округляя их до целых чисел.

Таблица 3. Количество циклов экскаватора для загрузки автомобилей

Марки автомобилей, $Q_k$	Марки одноковшовых экскаваторов, $q_k$ и $q$						
	ЭО-3211	ЭО-4112		ЭО-3322		ЭО-4121	
	$q_k = 0,4 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 0,65 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 0,8 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 0,5 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 0,63 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 1,0 \text{ м}^3$ $q =$	$q_k = 1,25 \text{ м}^3$ $q =$
ЗИЛ-4505, $Q_k = \text{м}^3$							
МАЗ-5551, $Q_k = \text{м}^3$							
КамАЗ-5551, $Q_k = \text{м}^3$							
КрАЗ-6510, $Q_k = \text{м}^3$							

В ячейках таблицы следует выделить (кружками или звездочкой) варианты сочетаний ЭО и автомобилей (где  $m = 5 \dots 8$ ), принятые для дальнейшего сравнения их по технико-экономическим показателям и окончательного выбора наиболее выгодного варианта.

## 6. НОРМИРОВАНИЕ РАБОТ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

Для того чтобы на стадии разработки организационно-технологической документации определить трудоемкость, машиноёмкость, стоимость рассматриваемых строительных процессов, рассчитать необходимое количество топлива для выполнения всех планируемых работ, следует произвести нормирование всех рабочих операций, входящих в состав этих процессов.

Нормирование рабочих операций предусматривает установление величин норм времени и затрат труда для принятых исполнителей применительно к конкретным условиям их работы. Величины норм времени и затрат труда устанавливаются на основании действующих нормативных документов.

Однако для некоторых рабочих операций нормирование необходимо производить расчетным путем, так как данные по этим операциям в действующих нормативных источниках отсутствуют. Планово-расчетные величины норм времени и затрат труда в таких случаях определяются на основании эксплуатационной производительности ма-

шины, с помощью которой планируется выполнять эту рабочую операцию. Норму машинного времени, ч/ед. объема, следует определять по формуле

$$H_{вр}^м = \frac{W_{ед}}{\Pi_{э,ч}}, \quad (28)$$

где  $W_{ед}$  – единичный объем рабочей операции, для которой рассчитывается величина нормы машинного времени. Обычно для земляных работ  $W_{ед} = 100 \text{ м}^3$ ;

$\Pi_{э,ч}$  – часовая эксплуатационная производительность машины,  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

Величину часовой эксплуатационной производительности рассматриваемой машины рекомендуется рассчитывать по формулам, соответствующим машинам данного типа, и с учетом конкретных условий ее работы на данном объекте.

Так, если разработку грунта в карьере и транспортирование его в тело плотины планируется выполнять одноковшовыми экскаваторами в комплекте с автосамосвалами или тракторными прицепами, то требуется определять плано-расчетную норму машинного времени для принятого транспортного средства. Часовую эксплуатационную производительность,  $\text{м}^3/\text{ч}$ , транспортных средств циклического действия рекомендуется рассчитывать по формуле

$$\Pi_{э,ч} = \frac{60 \cdot Q_k \cdot K_T \cdot K_B}{T_{ц}}, \quad (29)$$

где  $Q_k$  – объем грунта в кузове транспортного средства, перевозимого за один цикл в состоянии естественной плотности,  $\text{м}^3$  (см. табл. 3);

$K_T$  – коэффициент неравномерности подачи транспортных средств под погрузку в карьере (0,8...0,9);

$K_B$  – коэффициент использования транспортного средства во времени (0,8...0,85);

$T_{ц}$  – продолжительность одного цикла (рейса) транспортного средства, мин.

В свою очередь, объем грунта,  $\text{м}^3$ , в кузове транспортного средства следует определять по формуле

$$Q_k = m_{пр} \cdot q, \quad (30)$$

где  $m_{\text{пр}}$  – целое число ковшей экскаватора, обеспечивающее полную загрузку принятого транспортного средства по грузоподъемности (см. табл. 3);

$q$  – объем загружаемого грунта за один цикл экскаватора (табл. 3).

Продолжительность одного цикла, мин, транспортного средства складывается из продолжительности отдельных элементов этого цикла, т. е.

$$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (31)$$

где  $t_1$  – продолжительность подачи транспортного средства под погрузку, мин (1...3);

$t_2$  – продолжительность погрузки, мин, вычисляется по формуле

$$t_2 = \frac{60 \cdot Q_{\text{к}} \cdot K_{\text{п}}}{H_{\text{пр}}^3}, \quad (32)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент увеличения продолжительности погрузки из-за случайных задержек (1,1);

$H_{\text{пр}}^3$  – норма производительности экскаватора, работающего в карьере, м<sup>3</sup>/ч.

Величину  $H_{\text{пр}}^3$  определяют на основании нормы машинного времени, м<sup>3</sup>/ч, взятой из нормативного источника (прил. 10–12) для данного экскаватора в соответствии с условиями его работы, т. е.

$$H_{\text{пр}}^3 = \frac{W_{\text{ед}}}{H_{\text{вр}}^3}, \quad (33)$$

где  $H_{\text{вр}}^3$  – норма времени экскаватора, работающего в карьере, ч/100 м<sup>3</sup>.

Приступая к определению продолжительности груженого хода, необходимо проанализировать условия движения транспорта и выделить характерные участки пути: забойный – в пределах карьера, магистральный – от карьера до плотины и отвальный – в пределах насыпи. Важнейший из них – магистральный, так как его протяженность и состояние существенно влияют на производительность транспортных средств. Это следует учитывать при выборе трассы магистрального участка и типа покрытия проезжей части. Трасса должна проклады-

ваться по кратчайшим направлениям с минимальными уклонами при грузеном ходе транспорта. В соответствии с этим, а также учитывая порядок работы экскаватора в карьере, магистральный участок следует располагать вдоль карьера с его низовой стороны (рис. 3).

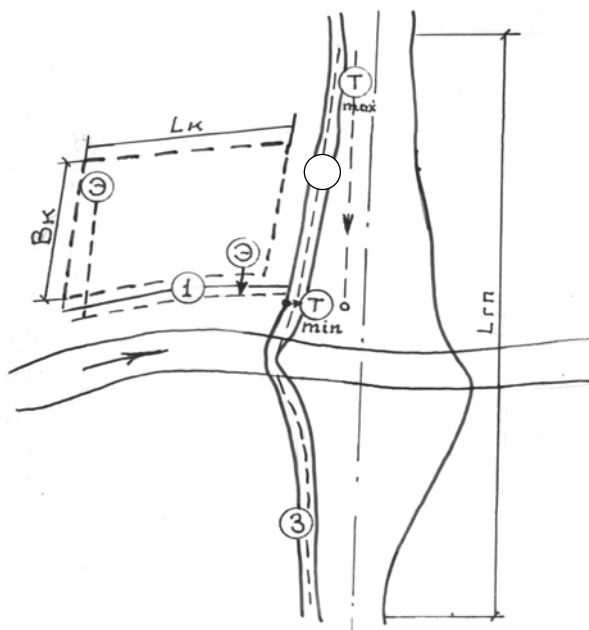


Рис. 3. Расположение транспортных путей и направлений движения транспортных средств: 1, 2, 3 – участки магистрального пути; Э – расположение экскаватора и транспортного средства в карьере;  $T_{min}$  и  $T_{max}$  – кратчайшая и наибольшая протяженность отвального участка

Средние расстояния движения транспорта на каждом участке пути (забойном, магистральном, отвальном) определяются как среднеарифметические минимального и максимального расстояния на каждом участке.

При этом целесообразно руководствоваться следующими соображениями:

$L_{ср. заб}$  – приблизительно равно расстоянию от центра тяжести поперечного сечения карьера (см. рис. 2) до магистрального участка пути;

$L_{\min \text{ маг}}$  – расстояние от края карьера, ближайшего к плотине, до подошвы откоса плотины (приблизительно 60 м);

$L_{\max \text{ маг}}$  – расстояние от края карьера, наиболее удаленного от плотины, до отметки гребня плотины;

$L_{\min \text{ отв}}$  – расстояние от магистрального участка до подошвы откоса плотины (приблизительно 10 м);

$L_{\max \text{ отв}}$  – приблизительно равно половине длины плотины по гребню.

Учитывая данные рекомендации, необходимо на схеме (см. рис. 3) показать эти расстояния.

Рекомендуемые средние скорости движения транспортных средств на характерных участках пути приведены в прил. 7.

Таким образом, расчетная продолжительность груженого хода равна:

$$t_3 = K_3 \cdot \left( \frac{L_{\text{ср. заб}}}{v_{\text{заб}}} + \frac{L_{\text{ср. маг}}}{v_{\text{маг}}} + \frac{L_{\text{ср. отв}}}{v_{\text{отв}}} \right), \quad (34)$$

где  $K_3$  – коэффициент, учитывающий изменение расчетной скорости при разгонах и торможениях (1,05...1,10).

Продолжительности последних двух элементов цикла  $t_4$  и  $t_5$  определяются следующим образом:

$t_4$  – продолжительность разгрузки транспортного средства (2...4 мин);

$t_5$  – расчетная продолжительность порожнего хода транспортного средства от плотины до карьера к месту загрузки, мин.

Величину  $t_5$  рекомендуется определять по той же формуле, что и  $t_3$ , однако следует учесть, что расчетные скорости движения транспортных средств увеличатся: для автосамосвалов – приблизительно на 50...60 %, а для колесных тракторов с прицепами – на 30...40 %.

Количество транспортных средств, которое может загружать один экскаватор без больших организационных простоев, определяется по формуле

$$N_{\text{тс}} = \frac{H_{\text{пр}}^3}{\Pi_{\text{э, ч}}}. \quad (35)$$

Результаты расчетов следует свести в табл. 4.

Таблица 4. Расчет количества транспортных средств

Варианты марок ЭО и автомобилей	$Q_k$ , м <sup>3</sup>	$H_{вр}$ , ч/100 м <sup>3</sup>	$H_{пр}$ , м <sup>3</sup> /ч	$t_2$ , мин	$t_1 + t_3 + t_4 + t_5$ , мин	$T_{ц}$ , мин	$\Pi_3$ , ч, м <sup>3</sup> /ч	$H_{вр}^M$ , ч/100 м <sup>3</sup>	$N_{тс}$ , шт.

## 7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ МАРОК МАШИН ДЛЯ РАЗРАБОТКИ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ ГРУНТА

Выше (см. раздел 6) на основании анализа оптимального сочетания типоразмеров экскаваторов и транспортных средств отобраны варианты марок экскаваторов и автомобилей (см. табл. 3). Цель настоящего раздела – определить для каждого из них значения основных технико-экономических показателей (далее ТЭП) и по результатам их анализа принять наиболее выгодные марки экскаватора и автомобиля.

Наиболее важные технико-экономические показатели – стоимость единицы объема  $C_v$  (руб/100 м<sup>3</sup>), трудоемкость  $E_v$  (чел.·ч/100 м<sup>3</sup>), удельный расход топлива  $G_v$  (л/100 м<sup>3</sup>).

Алгоритм их расчета и форма таблицы исходных данных для ввода в компьютер приведены в методических указаниях [6].

Рекомендации по подготовке исходных данных представлены ниже.

$SO$  – стоимость машино-часа комплекта «экскаватор – автомобили» определяется по прил. 29 как сумма стоимости машино-часа экскаватора и рассчитанного выше (см. раздел 6) количества автомобилей в комплекте, руб/ч.

$SE$  – стоимость одновременных затрат по перебазировкам экскаватора, которую можно принять в размере 1 % от стоимости его машино-часа, руб/ч.

$HO$  – норма времени, принимается по ЕНиР применительно к условиям работы экскаватора, ч/100 м<sup>3</sup> (см. прил. 10–12).

$B$  – расстояние доставки экскаватора с базы подрядной строительной организации до объекта строительства, км.

$HT$  – норма времени на перевозку экскаватора на трейлере с трактором К-701, принимается по прил. 13, суммируется «с грузом» и «без груза» (таким образом затраты по холостому пробегу К-701 относятся на доставку экскаватора к месту строительства плотины), ч/100 км.

$HC$  – норма численности, обеспечивающая работу комплекта «экскаватор – автомобили», принимается как сумма численности звена

экскаватора (машинист или машинист и помощник машиниста) и количества водителей автомобилей комплекта, чел.

$N$  – количество перевозимых экскаваторов, принимается для предварительных расчетов равным единице.

$HG$  – норма расхода дизельного топлива машинами комплекта «экскаватор – автомобили», л/100 м<sup>3</sup>. Для экскаваторов они приведены в прил. 14, а для автомобилей-самосвалов в литрах на 100 км пробега – в прил. 15. Пересчет последних на 100 м<sup>3</sup> перевозимого грунта осуществляется в следующем порядке.

1. Определяется количество циклов (рейсов) автомобиля, р./100 км, выполненных им на 100 км пробега:

$$N_p = \frac{100}{2 \cdot L}, \quad (36)$$

где  $L$  – пробег автомобиля на один цикл, км, определенный выше (см. раздел 6):

$$L = L_{\text{ср. заб}} + L_{\text{ср. маг}} + L_{\text{ср. отв}}. \quad (37)$$

2. Уточняется норма расхода топлива, л/100 км, с учетом сложных дорожных условий (увеличение на 20 % – см. прил. 15):

$$H'_L = 1,2 \cdot H_L, \quad (38)$$

где  $H'_L$  – линейная норма расхода топлива (прил. 15), л/100 км.

3. Определяется норма расхода топлива, л/100 км, с учетом выгрузки грунта автомобилем-самосвалом (0,25 л/1 выгрузку – прил. 15):

$$H''_L = H'_L + 0,25 \cdot N_p. \quad (39)$$

4. Вычисляется объем грунта, м<sup>3</sup>/100 км, перевозимого автомобилями при пробеге 100 км:

$$W = Q_k \cdot N_p, \quad (40)$$

где  $Q_k$  – объем грунта, перевозимого автомобилем за один цикл (определен выше, в разделе 6).

5. Определяется норма расхода топлива, л/100 м<sup>3</sup>, автомобилем на 100 м<sup>3</sup> грунта:

$$HG^{\text{авт}} = \frac{H_L''}{W} \cdot 100 = \frac{H_L' + 0,25 \cdot N_p}{Q_k \cdot N_p} \cdot 100. \quad (41)$$

Тогда

$$ST = HG^{\text{экс}} + HG^{\text{авт}}. \quad (42)$$

$HP$  – норма времени на погрузку экскаватора на трейлер, ч/1 погрузку (прил. 16).

$ST$  – стоимость 1 машино-часа тягача трейлера (см. прил. 29).

$HGT$  – норма расхода топлива при перевозке грузов трактором на прицепе. Для трактора К-701 при движении по дорогам I группы принимается 102,5 л/100 км.

$G$  – масса экскаватора (прил. 6), т.

$HGL$  – норма расхода топлива (принимается 3,9 л/100 т · км).

$HGR$  – часовая норма расхода топлива экскаватором (прил. 17), л/ч.

После ввода указанной исходной информации по данному варианту компьютер выдает искомые показатели – стоимость единицы объема  $C_v$  (руб/100 м<sup>3</sup>), трудоемкость  $E_v$  (чел. · ч/100 м<sup>3</sup>), удельный расход топлива  $G_v$  (л/100 м<sup>3</sup>).

Аналогичным образом получают значения ТЭП по остальным вариантам экскаваторов и автомобилей.

Анализ полученных значений технико-экономических показателей по всем вариантам позволяет обоснованно выбрать наиболее выгодные марки экскаватора и автомобиля для работы в комплекте. Если ни один из вариантов не имеет минимальных значений всех ТЭП, окончательно выбирают тот из них, для которого минимальны значения наиболее дефицитных ресурсов (капиталовложений, трудовых ресурсов или топлива).

## 8. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Цель настоящего раздела – дать подробное описание выполнения всех рабочих операций процесса возведения грунтовой насыпной плотины, сопровождая его пояснениями, схемами, а в необходимых случаях – расчетами.

Рекомендуется следующая последовательность изложения материала по каждой операции:

- название операции;
- объем работы;

- исполнители операции (марка машины, инструменты, специальность и квалификация работников) с указанием технических параметров машин;
- технические нормы (времени, затрат труда, расхода топлива, сдельная расценка);
- технология производства работ по рассматриваемой рабочей операции.

### **8.1. Вынос проекта в натуру**

Положение на местности оси сооружения определяется путем линейных и угловых измерений от исходных пунктов планово-высотного обоснования с применением геодезических инструментов. Ось провешивается и закрепляется столбами в начале, конце трассы и в характерных точках. По провешенной оси разбивается пикетаж через 100 м. Линейными измерениями от оси определяется положение подошвы откосов и бровок (через 50 м – в соответствии с высотой плотины на данном пикете, шириной гребня и коэффициентами заложения откосов). Полученные точки закрепляются кольшками.

Для обеспечения возможности восстановления оси в процессе производства работ за пределами производственной полосы устанавливаются столбы и временные реперы.

Измерениями от вынесенной оси плотины определяется положение карьера, его характерные точки закрепляются кольями.

*В заключение необходимо привести схему выноса в натуру параметров плотины и карьера.*

### **8.2. Вскрыша карьера**

Цель этой рабочей операции – удаление с поверхности карьера грунта, непригодного для использования в теле возводимого сооружения. Учитывая относительно небольшие размеры карьера в плане, вскрыша осуществляется по всей поверхности с укладкой грунта вскрыши в отвал и последующим использованием грунта растительного слоя на благоустройстве территории.

Обычно вскрыша осуществляется скреперами или бульдозерами, причем, как показывает опыт производства работ, при расстоянии перемещения грунта до 100 м экономически целесообразнее использовать бульдозеры на базе тракторов класса 60...100 кН (Т-130, Т-170).

Учитывая это, необходимо принять конкретную марку бульдозера из имеющихся в парке подрядной строительной организации (прил. 2).

Схему движения бульдозера выбирают, исходя из обеспечения возможно меньшей величины среднего расстояния перемещения грунта. В связи с этим рекомендуется рабочий ход выполнять вдоль меньшей стороны карьера (рис. 4).

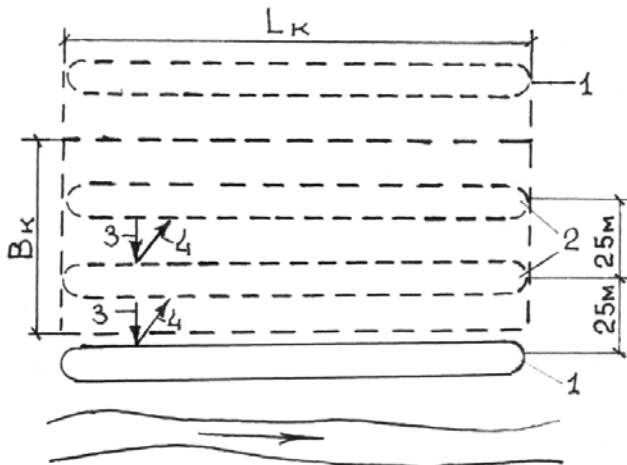


Рис. 4. Схема вскрыши карьера:  
 1 – постоянные отвалы; 2 – временные отвалы;  
 3 – рабочий ход бульдозера; 4 – холостой ход

Отвал вскрыши целесообразно располагать с верховой стороны карьера. При этом он будет выполнять роль дамбы, предотвращая затопление карьера поверхностным стоком.

Резание и перемещение грунта бульдозером осуществляется поперечно-челночными ходами, начиная с края карьера, ближайшего к отвалу грунта. По мере увеличения расстояния перемещения грунт укладывается во временные отвалы, которые затем перемещаются в постоянный отвал.

При ширине карьера  $B_k \leq 100$  м возможно перемещение вскрыши на одну сторону карьера, а при  $B_k > 100$  м целесообразнее укладывать грунт на обе стороны.

Среднее расстояние, м, перемещения грунта при вскрыше карьера определяется следующим образом:

при укладке грунта на одну сторону (рис. 5, а) –

$$l_{cp} = \frac{B_k}{2} + C + 0,5 \cdot \epsilon_0, \quad (43)$$

где  $\epsilon_0$  – ширина отвала вскрышного грунта, м, определяемая по формуле

$$\epsilon_0 = \frac{B_k \cdot h_{вск}^{кар} \cdot K_p}{h_0 + ctg \varphi_0 \cdot h_0}, \quad (44)$$

где  $K_p$ ,  $\varphi_0$  – соответственно коэффициент разрыхления и угол естественного откоса грунта вскрыши [3];

$h_0$  – высота отвала вскрышного грунта, м.

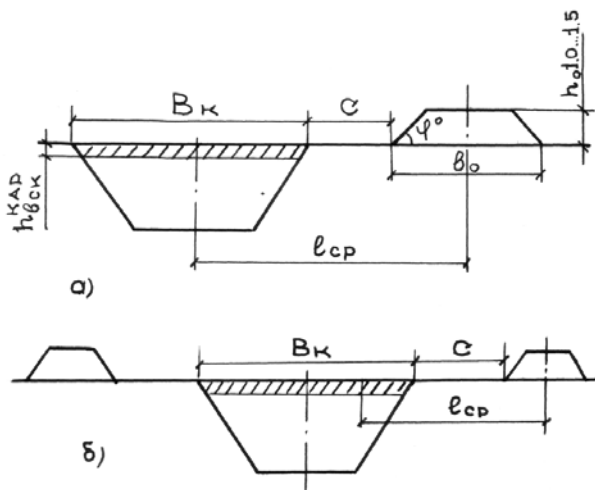


Рис. 5. Схема к определению среднего расстояния перемещения грунта при вскрыши карьера с укладкой грунта: а – на одну сторону; б – на обе стороны

Остальные обозначения указаны на рис. 5, а.

Ширину бермы  $C$  следует принимать равной 5...10 м, исходя из возможности проезда машин, расположения землевозных путей; при укладке грунта на обе стороны (рис. 5, б) –

$$l_{cp} = \frac{B_k}{4} + C + 0,5 \cdot \epsilon_0; \quad (45)$$

$$e_0 = \frac{\frac{B_k}{2} \cdot h_{\text{вск}}^{\text{кар}} \cdot K_p}{h_0 + \text{ctg } \varphi_0 \cdot h_0}. \quad (46)$$

Основные технические нормы определяются из прил. 18, 19.

$$H = H^{(10)} + \Delta H \cdot \frac{l_{\text{ср}} - 10}{10}. \quad (47)$$

Аналогично определяется сдельная расценка.

### 8.3. Вскрыша основания плотины

Вскрыша основания предусматривает удаление растительного грунта, который перемещается бульдозером в отвал, располагаемый в нижнем бьефе плотины, а если под растительным грунтом залегает непригодный грунт – его перемещают в сторону верхнего бьефа и впоследствии разравнивают в ложе водохранилища.

Среднее расстояние перемещения растительного грунта, м, определяется по формуле (рис. 6)

$$l_{\text{ср}} = \frac{B_{\text{п}}^{\text{ср}}}{2} + C + 0,5 \cdot e_0, \quad (48)$$

где  $B_{\text{п}}^{\text{ср}}$  – средневзвешенная ширина основания плотины, которая рассчитывается по формуле

$$B_{\text{п}}^{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{осн}}^{i-j}}{L_{\text{г.п}}}, \quad (49)$$

где  $\sum_{i=1}^n F_{\text{осн}}^{i-j}$  – расчетная площадь основания плотины, м (см. табл. 1);

$L_{\text{г.п}}$  – проектная длина плотины по гребню, м (см. продольный профиль по створу плотины).

Ширину бермы  $C$  следует принимать 10 м, а ширину отвала вскрышного грунта, м, определять по формуле

$$e_0 = \frac{B_n^{cp} \cdot h_{вск}^{осн} \cdot K_p}{h_0 + ctg \varphi_0 \cdot h_0} \quad (50)$$

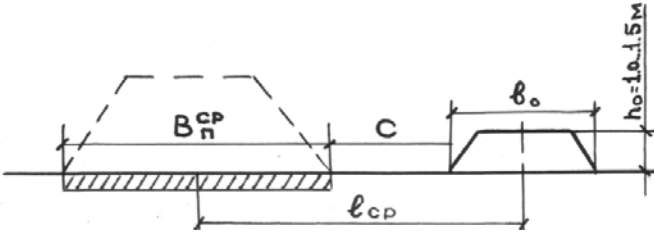


Рис. 6. Схема к определению среднего расстояния перемещения грунта при вскрыше основания плотины

Кроме вскрыши строительным проектом могут быть предусмотрены работы по расчистке русловой части основания, например выторфовка при степени разложения торфа до 50 %.

В таком случае расчистка русловой части осуществляется драглайном, работающим поперечным способом с одного или обоих берегов водотока. Если ширина реки не позволяет проводить работы драглайном, возможно использование земснаряда либо одноковшового экскаватора с предварительным осушением русловой части путем отвода строительного расхода по обводному каналу.

#### 8.4. Рыхление и уплотнение основания плотины

Рыхление основания плотины выполняется с целью повышения статической устойчивости и водонепроницаемости грунтов в основании плотины, так как в процессе рыхления разрушаются подземные ходы землеройных животных, которые могут стать путями повышенной фильтрации воды в основании плотины, что, в свою очередь, может вызвать ее разрушение, даже если тело плотины отсыпано с соблюдением всех правил.

Уплотнение грунта в основании выполняется с целью придания разрыхленному грунту необходимой проектной плотности, обеспечивающей надежный контакт тела плотины с ее основанием.

Рыхление осуществляется на глубину 0,20...0,35 м специальными рыхлителями для мерзлых грунтов (прил. 3) либо плугами с последующей обработкой дисковой бороной. Технические характеристики

плугов и нормы времени приведены в прил. 4, технические нормы и характеристика дисковых борон даны в прил. 31–33, бульдозеро-рыхлителей – в прил. 30.

Движение агрегатов осуществляется вдоль створа плотины, при этом расчетная длина гона принимается равной  $\frac{1}{4}$  длины плотины по гребню.

В курсовой работе необходимо привести схемы движения агрегатов с учетом указанных соображений, а также нормы времени, расхода топлива и расценки (см. прил. 4).

До начала отсыпки основание плотины освидетельствуется путем взятия проб на плотность, однородность, наличие включений с составлением акта на скрытые работы. В курсовой работе следует также привести схемы отбора проб и содержание акта на скрытые работы.

Необходимые разъяснения приводятся в лекции по соответствующей теме дисциплины и в литературе [1].

### 8.5. Разработка грунта в карьере и транспортирование его в насыпь

Выше (см. раздел 8) выбраны наиболее выгодные марки машин комплекта «экскаватор – транспортные средства» и количество последних в комплекте. Необходимо привести основные параметры машин комплекта и габаритные размеры автомобилей (рис. 7 и табл. 5).

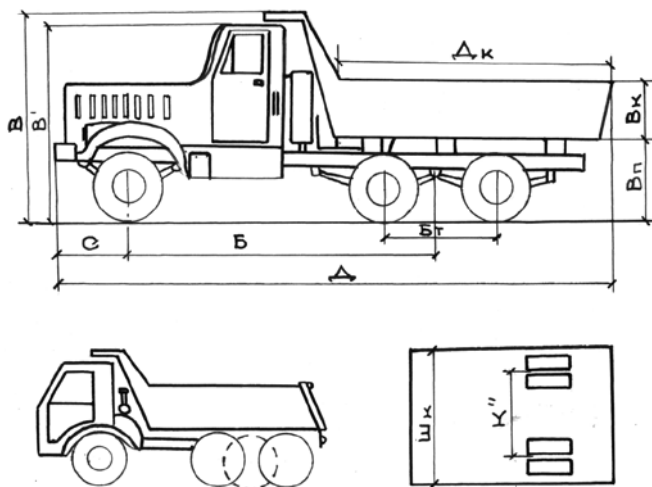


Рис. 7. Габаритные размеры автомобилей

Таблица 5. Габаритные размеры автомобилей, мм

Марка	Параметры									
	Д	Ш	В'	Б	К''	С	Д <sub>к</sub>	Ш <sub>к</sub>	В <sub>к</sub>	В <sub>п</sub>
ЗИЛ-4505	5475	2420	2500	3300	1800	1075	2600	2210	650	1250
МАЗ-5551	5785	2500	2720	3400	1970	1300	3285	2285	700	1560
КамАЗ-5551	7140	2500	2700	2840	2010	1275	4525	2310	816	1360
КрАЗ-6510	8100	2640	2830	4080	1950	1005	4440	2430	650	1685

Исходя из наибольшей кинематической глубины копания экскаватора  $H_{к\max}$  и максимальной глубины карьера  $H_k$  (см. рис. 2) определяется число ярусов разработки (рис. 8):

$$n_{я} = \frac{H_k}{H_{к\max}}. \quad (51)$$

Разработку грунта в карьере ведут лентами, ориентированными вдоль горизонталей местности, начиная с низких отметок. Это обеспечивает отвод из карьера поверхностных вод, с этой целью грунт у дна карьера разрабатывают с таким расчетом, чтобы придать дну небольшой уклон  $i$  в сторону водотока (см. рис. 8).

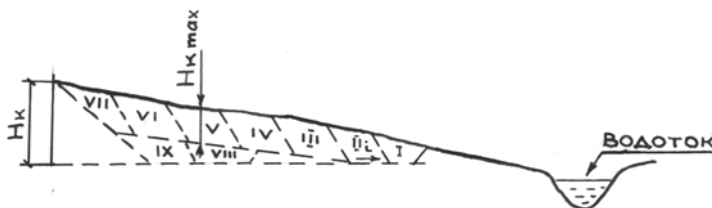


Рис. 8. Схема деления карьера на ярусы и ленты разработки:  
I...VII – ленты первого яруса

Размеры экскаваторных лент выбирают, исходя из величины рабочих параметров экскаватора и удобства размещения транспортных средств. При разработке первой ленты транспортное средство следует размещать рядом с экскаватором на одном с ним уровне (рис. 9).

Наибольшая ширина, м, первой ленты  $B_1$  определяется, исходя из возможности разгрузки грунта в кузов транспортного средства:

$$B_1 = R_k + R_b - (f + 0,5 \cdot u), \quad (52)$$

где  $R_k$  – наибольший радиус копания экскаватора на уровне его стояния, м;

$R_b$  – радиус выгрузки экскаватора, м;

$f$  – расстояние между колесом автомобиля и бровкой первой ленты, м;

$u$  – колея автомобиля (расстояние между осями колес), м (см. табл. 4 – технические характеристики автомобилей).

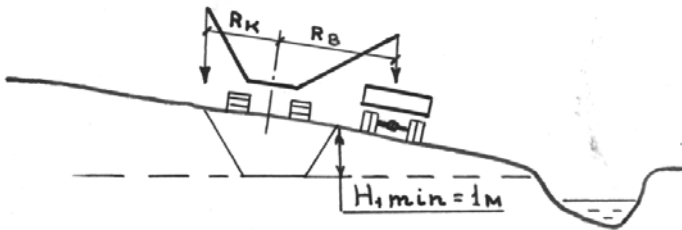


Рис. 9. Схема к определению максимальной ширины первой ленты

Наибольшая ширина, м, последующих лент  $B_i$  (рис. 10) определяется по формуле

$$B_i = R_k + R_b - m \cdot H_i - 0,5 \cdot u, \quad (53)$$

где  $m$ ,  $H_i$  – соответственно коэффициент заложения откоса и глубина разработки  $i$ -й ленты.

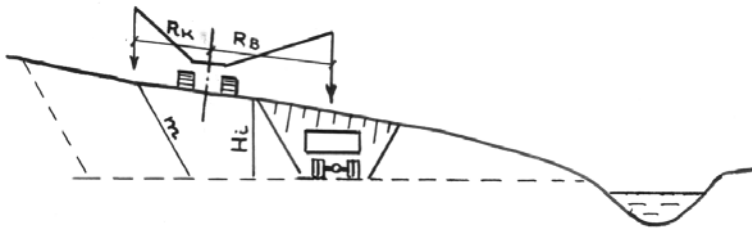


Рис. 10. Схема к определению максимальной ширины промежуточных лент

Значения ширины лент, определяемые по приведенным формулам, могут быть реализованы только при шаге передвижки экскаватора при смене забоя, близком к нулю. Так как практически это невозможно, ширину лент следует принимать меньшей, увязывая ее с величиной шага передвижки экскаватора.

Количество экскаваторных лент на ярусе определяется по следующему выражению:

$$n_{л} = \frac{B_{к} - B_{1}}{B_{l}}. \quad (54)$$

На эффективность работы экскаватора существенно влияет расположение транспортного средства в процессе его загрузки. Решая этот вопрос, следует ориентироваться на получение наименьших значений среднего угла поворота платформы экскаватора в процессе его расчета и необходимой высоты подъема ковша при разгрузке.

Проведя этот анализ, следует выбрать оптимальное расположение автомобиля в плане и по высоте и направление путей его движения от магистрального участка до экскаватора и обратно.

## **8.6. Укладка грунта в тело плотины**

### **8.6.1. Деление плотины на ярусы и карты укладки**

Качество и сроки строительства сооружения во многом зависят от того, насколько рационально организовано на объекте выполнение таких рабочих операций, как разравнивание грунта в теле плотины, его доувлажнение и уплотнение.

Совокупность этих рабочих операций можно объединить в единый рабочий процесс, именуемый *укладкой грунта в тело плотины*, так как все они тесно взаимосвязаны во времени и пространстве. Чтобы осуществить такую взаимоувязку, обычно требуется возводимую плотину разбить на карты укладки, в пределах которых выполнение этих рабочих операций организуют либо последовательно, либо параллельно. Такой метод организации работы позволяет избежать простоев машин из-за отсутствия фронта работ и установить необходимые условия выполнения этих рабочих операций (длины гона, длины путей разравнивания и т. д.).

Для уплотнения грунтов в основании и теле плотины обычно используются грунтоуплотняющие машины статического действия различных видов (пневмокатки, кулачковые катки, решетчатые и др.). Каждый вид грунтоуплотняющих машин имеет строго определенные условия применения, которые необходимо учитывать при их выборе. Основными из этих условий являются: вид уплотняемого грунта; величина максимального напряжения, создаваемого на грунт в процессе

его уплотнения; максимальная толщина уплотняемого слоя грунта. Исходя из практических рекомендаций для уплотнения сильносвязных грунтов (глины, средние и тяжелые суглинки) целесообразно использовать кулачковые катки различных марок, а для уплотнения малосвязных грунтов (легкие суглинки, супеси и пески) – пневмокотки. Технические характеристики грунтоуплотняющих машин приведены в прил. 5.

Выбрав тип и марку катка, определяют ориентировочное число его проходов, необходимое для получения требуемой плотности грунта (прил. 8).

Основной операцией данного процесса является уплотнение грунта, а количество карт, их формы и границы зависят от технических параметров (марки) катка, используемого для уплотнения грунта на карте укладки.

Разбивку тела отсыпаемой плотины на карты укладки рекомендуется выполнять в следующей последовательности.

1. Разделить плотину на ярусы по высоте через 1...2 м, обозначить ярусы на продольном профиле плотины. Расчетными параметрами ярусов будут их длина и ширина на отметке, соответствующей их середине по высоте.

Длина плотины на  $i$ -м ярусе определяется измерением расстояния по продольному профилю между двумя точками профиля, имеющими одинаковую отметку. Ширина плотины на  $i$ -м ярусе, м, определяется по табл. 1 ( $B_{pi}$ ) или рассчитывается по формуле

$$B_{pi} = B_{г.п} + (m_v + m_n) \cdot (\nabla_{ГП} - \nabla_{Я_i}), \quad (55)$$

где  $B_{г.п}$  – проектная ширина плотины по гребню, м (согласно проекту);

$m_v, m_n$  – коэффициенты заложения соответственно верхового и низового откосов плотины (согласно проекту);

$\nabla_{ГП}$  – проектная отметка гребня плотины;

$\nabla_{Я_i}$  – условная отметка  $i$ -го яруса.

Площадь плотины на  $i$ -м ярусе,  $m^2$ , определяется по формуле

$$F_{я i} = L_{я i} \cdot B_{я i}, \quad (56)$$

где  $L_{я i}$  – длина плотины на  $i$ -м ярусе, м.

Результаты расчетов заносят в табл. 6.

Таблица 6. Расчетные параметры насыпной плотины по ярусам  
(через 1 м по высоте)

№ п/п	Отметки точек профиля	Расчетные параметры		
		Длина $L_{я i}$ , м	Ширина $B_{я i}$ , м	Площадь $F_{я i}$ , м <sup>2</sup>
1	2	3	4	5

2. Определить наименьшую площадь карты укладки грунта, м<sup>2</sup>, исходя из того, что на ярусе с минимальной площадью должно быть не менее двух карт (с целью обеспечения возможности производства работ по укладке грунта):

$$F_{к \text{ min}} \leq \frac{F_{я \text{ min}}}{2}. \quad (57)$$

3. Для каждого выделенного яруса определить число и площади карт укладки грунта, м<sup>2</sup>, используя следующие формулы:

$$n_{к i} \leq \frac{F_{я i}}{F_{к \text{ min}}}, \quad (58)$$

(Округляется до целого числа в меньшую сторону –  $n_{пр i}$ .)

$$F_{к i} = \frac{F_{я i}}{n_{пр i}}. \quad (59)$$

4. Уточнить толщину слоя укладки грунта на  $i$ -м ярусе, м:

$$h_{у \text{ расч } i} = \frac{I_{см}}{F_{к i}}. \quad (60)$$

Здесь

$$I_{см} = F_{к \text{ min}} \cdot h_{у \text{ расч }},$$

где  $I_{см}$  – расчетный сменный поток грунта, м<sup>3</sup>/см;

$h_{у \text{ расч}}$  – расчетная толщина слоя укладки, принимаемая в соответствии с маркой принятой грунтоуплотняющей машины, м.

Все расчеты рекомендуется выполнять в табл. 7.

**Таблица 7. Определение проектных параметров карт укладки грунта  
в тело плотины**

Номера ярусов	Отметки ярусов плотины	Число карт		Площадь карты, м <sup>2</sup>	Фактическая толщина слоя укладки, м
		по расчету	принято		

Выполняя расчет количества карт на ярусах, необходимо учитывать следующее обстоятельство.

В случае если площади наименьшего и наибольшего ярусов отличаются хотя бы на один порядок, количество карт на них отличается на ту же величину. Таким образом, принимая на меньшем по площади ярусе хотя бы две карты, на наибольшем ярусе потребуется 10 карт и более. В результате карты получатся слишком мелкими, с малой площадью и размерами, что затруднит процесс производства работ.

Разрешить эту проблему можно двумя путями. Во-первых, на начальном этапе отсыпки, когда площади и длины ярусов малы, можно использовать экскаватор с небольшой производительностью, а при переходе на ярусы большей площади – увеличить поток грунта, поступающего на карту, используя экскаватор большего типоразмера.

Во-вторых, можно организовать отсыпку нижнего яруса особым способом – «в воду».

Планируя расположение рассчитанного количества карт на ярусах (табл. 7), необходимо придерживаться следующих рекомендаций.

Ширина карт должна быть больше двух радиусов разворота катка, особенно если для разворота нельзя заезжать на соседнюю карту. Ввиду того, что каток в процессе уплотнения должен двигаться вдоль оси отсыпаемой плотины, большая сторона карт должна быть ориентирована в этом направлении (движение катка поперек оси запрещено). Длина карты существенно влияет на производительность катка, особенно в диапазоне 80...100 м, поэтому, выполняя деление яруса на карты, необходимо избегать малых длин. Примеры деления ярусов на карты приведены в литературе [2].

На схемах деления на каждом ярусе необходимо привести: отметки ярусов, их размеры и площади; расположение карт, их размеры и площади; фактическую толщину слоя укладки грунта.

После выполнения схем деления всех ярусов на карты определяют средневзвешенную длину карт, м, которая является длиной гона катка и других машин, занятых выполнением операций по укладке грунта:

$$l_{\text{к ср}} = \frac{\sum l_i \cdot n_i}{\sum n_i}, \quad (61)$$

где  $l_i$  – длина  $i$ -й карты на ярусе, м;

$n_i$  – количество карт на ярусе, имеющих длину  $l_i$ ;

$\sum n_i$  – общее количество карт на всех ярусах плотины.

### 8.6.2. Отсыпка грунта на карты укладки

Схемы и расчеты по всем операциям укладки грунта следует привести на примере одного из ярусов по выбору студента. Необходимо привести схему яруса, определить очередность выполнения операций на картах укладки (рис. 11).

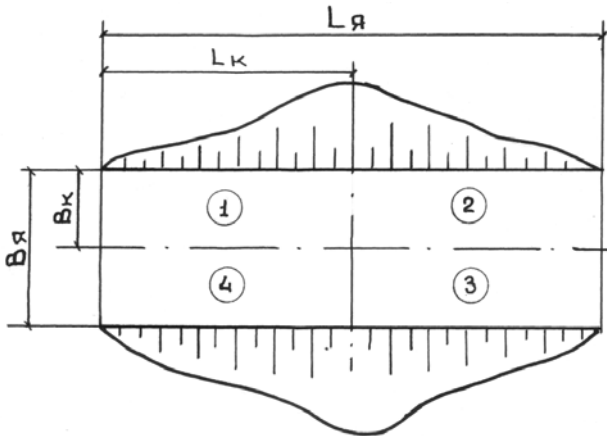


Рис. 11. Схема очередности выполнения операций на картах укладки

Отсыпка грунта осуществляется транспортными средствами, обеспечивающими доставку грунта из карьера. Объем отсыпаемого на карту грунта,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$W_{\text{отс}} = F_{\text{к}} \cdot h_y \cdot \frac{\gamma_{\text{п}}}{\gamma_{\text{е}}}, \quad (62)$$

где  $F_{\text{к}}$  – фактическая площадь карты на выбранном ярусе,  $\text{м}^2$ ;

$h_y$  – толщина слоя укладываемого грунта в уплотненном состоянии, м;

$\gamma_n$  – проектная плотность грунта в насыпи, т/м<sup>3</sup>;

$\gamma_e$  – естественная плотность карьерного грунта, т/м<sup>3</sup>.

Необходимое количество циклов автомобилей вычисляется по следующей формуле:

$$N_{\text{авт}} = \frac{W_{\text{отс}}}{Q_k}, \quad (63)$$

где  $Q_k$  – объемная грузоподъемность автомобиля, м<sup>3</sup>.

Отсыпку производят рядами с расстоянием между ними  $a$  (рис. 12), равным длине отвала бульдозера, осуществляющего разравнивание отвалов. Таким образом, количество рядов будет являться частным от деления ширины карты  $B_k$  на длину отвала бульдозера, т. е.

$$n_p = \frac{B_k}{L_b}, \quad (64)$$

а количество отвалов в ряду

$$n_{o.p} = \frac{N_{\text{авт}}}{n_p}. \quad (65)$$



Рис. 12. Схема отсыпки грунта на карте укладки (стрелкой обозначено направление движения транспортного средства)

На схеме (рис. 12), иллюстрирующей данную операцию, следует показать путь движения транспорта и порядок его маневрирования на карте.

### 8.6.3. Послойное разравнивание грунта

Разравнивание отсыпанного транспортными средствами грунта осуществляется бульдозерами, начиная от бровки насыпи с постепенным смещением его к середине, слоем, толщина которого должна быть, м:

$$h_p = h_y \cdot \frac{\gamma_n}{\gamma_e} \cdot K_p, \quad (66)$$

где  $K_p$  – коэффициент разрыхления укладываемого грунта.

Холостой ход бульдозер совершает задним ходом с опущенным отвалом. Необходимо привести схему движения бульдозера в процессе выполнения работы.

### 8.6.4. Доувлажнение грунта на карте

Доувлажнение грунта производится с целью достижения его оптимальной влажности, при которой грунт уплотняется наиболее эффективно. Количество воды,  $m^3$ , необходимой для доувлажнения, определяется по формуле

$$Q_v = W_n \cdot \left(1 - \frac{K_{тп}}{100}\right) \cdot (\omega_o - \omega_e) \cdot \frac{\gamma_e}{\gamma_o \cdot 100}, \quad (67)$$

где  $W_n$  – профильный объем тела плотины (см. формулу (11)),  $m^3$ ;

$K_{тп}$  – коэффициент транспортных потерь (2...3 %);

$\omega_o$  – оптимальная влажность уплотняемого грунта (прил. 1), %;

$\omega_e$  – естественная влажность карьерного грунта, %;

$\gamma_e$  – естественная плотность грунта в карьере,  $t/m^3$ ;

$\gamma_o$  – плотность воды,  $t/m^3$ .

Определив необходимое количество воды, находят норму доувлажнения (норму полива),  $m^3/m^2$ , по формуле

$$H_{пол} = \frac{Q_v}{F}, \quad (68)$$

где  $F$  – общая площадь грунта, подлежащая доувлажнению,  $m^2$ .

$$F = \frac{W_n}{h_y}, \quad (69)$$

где  $h_y$  – принятая толщина слоя укладки грунта в уплотненном состоянии, м (см. табл. 7).

Доувлажнение осуществляется поливочной машиной с заправкой водой на специально оборудованной площадке рядом с местом возведения плотины.

Необходимо определить объем воды,  $m^3$ , требуемый для увлажнения карты, имеющей площадь  $F_k = B_k \cdot L_k$ :

$$Q_B^k = H_{\text{пол}} \cdot B_k \cdot L_k, \quad (70)$$

а также количество заправок поливочной машины:

$$N_{\text{запр}} = \frac{Q_B^k}{Q_B^п}, \quad (71)$$

где  $Q_B^п$  – вместимость цистерны поливочной машины,  $m^3$ .

Следует определять число полос движения при поливе, учитывая ширину карты и ширину захвата машины; привести схему движения с указанием мест окончания полива полосы и дальнейшего движения на заправку.

Технические характеристики поливочной машины ПМ-10, нормы времени и расхода топлива на доувлажнение приведены в прил. 20.

### 8.6.5. Уплотнение грунта

Выше (см. подраздел 8.6.1) приведены рекомендации по выбору грунтоуплотняющей машины, определению числа проходов катка по одному следу. Надо помнить, что рекомендуемые значения числа проходов, также как и оптимальной влажности и толщины слоя укладки грунта, являются ориентировочными и должны уточняться на месте укладки грунта организацией опытного уплотнения. При уплотнении грунта на карте первый проход катка должен начинаться на расстоянии 2–3 полос от бровки насыпи (рис. 13) с последующим приближением к ней, но не ближе 0,5 м.

Схему движения агрегата следует конкретизировать с учетом количества полос на карте, зависящего от ширины карты, ширины захвата катка и перекрытия полос уплотнения (0,2...0,3 м).

Количество полос на карте, шт., определяется по формуле

$$n_y = \frac{B_k - 0,5}{B_{кат} - \epsilon}, \quad (72)$$

где  $B_k$  – ширина карты, м;  
 $B_{кат}$  – ширина захвата катка, м;  
 $\epsilon$  – перекрытие полос, м.

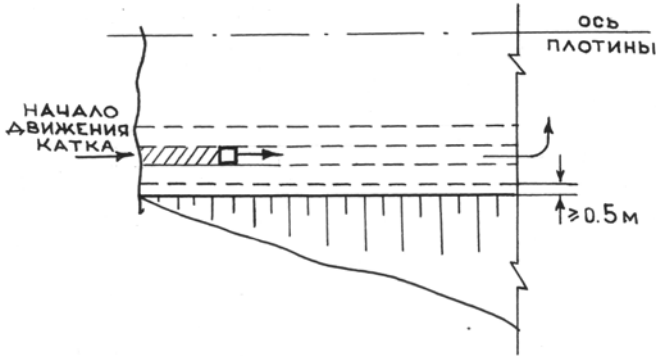


Рис. 13. Схема движения катка при уплотнении грунта

Нормы времени и расхода топлива на уплотнение грунтов приведены в прил. 21–24.

## 8.7. Благоустройство откосов плотины

### 8.7.1. Верховой откос

Содержание работ по благоустройству верхового откоса определяется конструктивными решениями строительного проекта.

При жестком креплении (железобетонными плитами, асфальтобетонное покрытие и т. п.) состав операций включает: срезку бахромы, устройство основания, монтаж крепления.

**Бахрама** – неуплотненный грунт на поверхности откоса, появляющийся вследствие того, что каток при уплотнении грунта на карте не может двигаться непосредственно у бровки карты. Во избежание последующей деформации крепления откоса бахрама подлежит удалению бульдозером при движении его снизу откоса вверх и укладкой грунта в верхний ярус плотины. Работа бульдозера возможна при за-

ложении откоса  $m \geq 2,5$ . На более крутых откосах работа выполняется драглайном после завершения отсыпки тела плотины или на промежуточном этапе, если рабочие параметры экскаватора не позволяют охватить всю поверхность откоса.

Нормировать работу бульдозера следует по § E2-1-22 с учетом примечаний 3 и 4 (см. прил. 18), а драглайна – § E2-1-7 (см. прил. 10).

Объем срезаемого грунта,  $\text{м}^3$ , определяется по формуле

$$W_{\text{бахр}} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j} \cdot h_{\text{б}}}{K_{\text{р}}}, \quad (73)$$

где  $\sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j}$  – площадь верхового откоса,  $\text{м}^2$  (см. табл. 2);

$h_{\text{б}} \approx 0,5$  м – толщина слоя бахромы, м;

$K_{\text{р}}$  – коэффициент разрыхления грунта.

Среднее расстояние перемещения грунта при этом равно средней длине откоса (см. формулу (18)) с учетом примечания 4 к § E2-1-22.

Срезку бахромы можно заменить ее уплотнением с использованием катка (при  $m \geq 2,75$ ) или вальцовой трамбовки (при  $m < 2,75$ ).

Основание под крепление верхового откоса устраивается в соответствии со строительным проектом.

Материал основания перемещается на откос аналогично срезке бахромы. Кроме того, можно использовать кран с бадьей или грейфер с последующим разравниванием вручную и уплотнением вибротрамбовками. Аналогично выполняется крепление каменной наброской. Срезка бахромы при этом не требуется, ограничиваются лишь планировкой откоса.

Монтаж плит крепления откоса осуществляется автомобильным краном, начиная от подошвы снизу вверх. Для подачи плит в зону, недоступную по вылету крюка крана, можно использовать ленточный транспортер.

Схема, поясняющая выбор требуемого вылета крюка крана (аналогично – радиус выгрузки драглайна и грейфера), представлена на рис. 14.

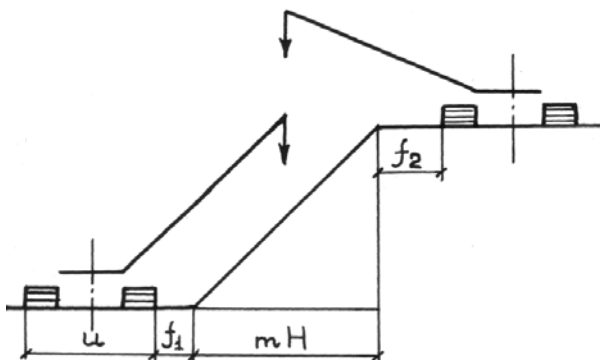


Рис. 14. Схема к выбору вылета крюка крана (радиуса выгрузки драглайна, грейфера)

Нормы времени на монтаж плит крепления приведены в прил. 25.

### 8.7.2. Низовой откос

Низовой откос плотины обычно крепится посевом трав (или гидропосевом) по слою растительного грунта. Состав рабочих операций при этом включает: планировку откоса, распределение растительного грунта по поверхности, гидропосев трав.

При коэффициенте заложения откоса  $m \geq 2,5$  планировка и распределение растительного грунта осуществляются бульдозером. Среднее расстояние перемещения грунта при этом определяется по следующей формуле (рис. 15):

$$l_{\text{cp}} = 0,5 \cdot \sigma_0 + C + K \cdot l_{\text{cp}}^{\text{отк}}, \quad (74)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий перемещение грунта по наклонной поверхности (§ E2-1-22, примечание 4);

$l_{\text{cp}}^{\text{отк}}$  – средняя длина низового откоса, м (см. формулу (18)),

а объем растительного грунта,  $\text{м}^3$ , распределяемого по откосу, равен:

$$W_{\text{п.г}} = \sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j} \cdot h_{\text{п.г}}, \quad (75)$$

где  $\sum_{i=1}^n F_{\text{отк}}^{i-j}$  – площадь низового откоса, м<sup>2</sup> (см. табл. 2);  
 $h_{\text{р.г}}$  – толщина слоя растительного грунта, м.

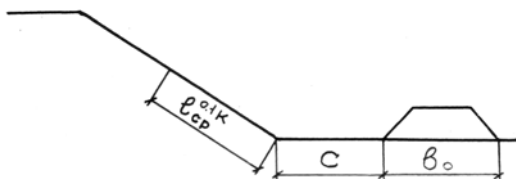


Рис. 15. Схема к определению среднего расстояния перемещения растительного грунта на откос

Так как на крутых откосах ( $m < 2,5$ ) работа бульдозера запрещена, в таких случаях для планировки откоса и распределения растительного грунта следует использовать одноковшовые экскаваторы с оборудованием драглайн и планировочным ковшом.

Условия применения экскаватора аналогичны рассмотренным выше (см. рис. 14).

Крепление откосов гидросеявом трав осуществляется специальной машиной путем нанесения на откос рабочей смеси (семена трав, минеральные удобрения, вода). Нормы расхода материалов на 1 га площади приведены в прил. 26.

Техническая характеристика гидросеялки МК-14-1, нормы времени и расхода топлива приведены в прил. 27, 28.

В курсовой работе необходимо обосновать пути движения агрегата, место заправки водой, количество заправок, необходимых для крепления всей поверхности низового откоса.

## 9. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НОРМАЛЬ

Оценка принятой технологии строительства грунтовой насыпной плотины производится на основании величины трудовых затрат и стоимости всего комплекса рабочих операций, предусмотренных принятой технологией строительства. Определение величин трудовых затрат и стоимости работ необходимо производить на стадии составления технологической нормы. Нормы необходимо составлять для каждого возможного в данных условиях варианта технологии строительства. На основании технологических нормалей определяется наиболее экономичный, энергосберегающий вариант технологии строи-

тельства и для него рассчитывают необходимый количественный состав комплекта машин для производства всех видов запланированных работ в заданные сроки. Технологические нормалы должны составляться на уровне действующих производственных технических норм и расценок.

Форма технологической нормалы, порядок заполнения граф и строк и пример расчета приведены в методических указаниях по курсовому проектированию [3].

Основные технико-экономические показатели принятой технологии строительства (трудоемкость, удельный расход топлива и стоимость единицы объема работ) подсчитываются на  $1 \text{ м}^3$  профильного объема тела плотины.

## 10. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Графическая часть курсовой работы представляется на листе формата А1 и должна включать:

- генплан стройплощадки, включающий: отсыпаемую плотину на промежуточном этапе ее возведения, карьер в процессе его разработки, отвалы вскрыши карьера и основания плотины, транспортные пути, площадки для заправки водой поливочной машины и гидросеялки;
- продольный и поперечный разрезы карьера и забоев экскаватора;
- поперечный разрез отсыпаемой плотины;
- продольный и поперечный разрезы площадок для заправки машин водой.

## 11. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем разделе курсовой работы по результатам выполненной работы необходимо представить следующую информацию:

- запланированный перечень рабочих операций, соответствующий условиям объекта строительства;
- типы и марки машин, принятых для выполнения запланированных рабочих операций, и их основные рабочие (технологические) параметры;
- планируемое количество ресурсов для строительства объекта с использованием предлагаемой технологии строительства (машиноемкость, трудоемкость, себестоимость, количество топлива, энергоемкость);
- технико-экономические показатели принятой технологии строительства объекта (удельная машиноемкость, удельная трудоемкость, удельная энергоемкость, удельные затраты топлива, себестоимость единицы законченной продукции).

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

### Значения максимальной плотности грунтов и их оптимальной влажности

Наименование грунтов	Максимальная плотность, т/м <sup>3</sup>	Среднее значение оптимальной влажно- сти, %
Песок: мелкозернистый	1,88	12
среднезернистый	1,84	10
крупнозернистый	1,8	8
Супесь: легкая	1,85	9
средняя	1,87	14
тяжелая	2,08	15
Суглинок: легкий	1,95	12
средний	1,83	15
тяжелый	1,75	18
Глина	1,8	20

Приложение 2

### Технологические параметры бульдозеров

Технологические (рабочие) параметры	Марки бульдозеров							
	ДЗ-42	ДЗ-43	ДЗ-27С	ДЗ-110	ДЗ-116А	ДЗ-28	ДЗ-109	МК-21
Базовый трактор	ДТ-75			Т-130				
Мощность двигателя, кВт	59			118				
Тип отвала	Неповоротный	Поворотный	Неповоротный		Поворотный			
Длина отвала, м	2,56	3,5	3,2	3,2	3,22	3,94	4,12	4,82
Высота отвала, м	0,8	0,8	1,3	1,3	1,3	1,0	1,14	1,0
Управление рабочим органом	Гидравлическое							
Масса с трактором, т	6,9	9,1	15,0	17,1	17,7	15,8	17,5	19,6

Приложение 3

### Технологические параметры навесных рыхлителей для рыхления немерзлых грунтов

Технологические (рабочие) параметры	РНТ-1	РК-1,2	РГ-0,8	РНТ-0,8	РУ-65-2,5
Базовый трактор	Т-130	Т-130	Т-130	Т-150К	К-701
Мощность двигателя, кВт	79,4	79,4	117,7	121,4	158,0
Максимальная глубина рыхления, м	0,5	1,2	0,8	0,8	0,65
Ширина захвата, м	1,6	–	3,0	2,5	2,5
Количество рыхлящих органов, шт.	1...3	1	2...3	1...3	3
Масса, т	2,0	1,25	2,0	2,0	1,25

## § В12-2-17. Вспашка мелнирируемых земель плугами

## Состав работы

1. Установка агрегата в рабочее положение.
2. Вспашка на проектную глубину.
3. Регулировка глубины вспашки.
4. Очистка рабочих органов от налипающего грунта в процессе работы.
5. Холостые повороты агрегата на концах гона.
6. Внутрисменные переезды агрегата с одного участка на другой.

Таблица 1. Техническая характеристика

Показатель	Марка плуга			
	ПБН-75	ПБН-3-45	ПН-4-35	ПКУ-4-35
Тип	Навесной			
База (трактор)	ДТ-75		ДТ-75М	
Двигатель: марка	СМД-14Н (СМД-14А)		А-41	
мощность, кВт (л. с.)	58,8 (80); 55,1 (75)		66,2 (90)	
Ширина захвата, м	0,75	1,35	1,4	1,4
Число корпусов плуга, шт.	1	3	4	4
Глубина вспашки, см	До 35	До 35	До 27	До 27
Масса, т	0,73	0,8	0,63	0,82

*Кустарниково-болотный плуг ПБН-75  
и многокорпусные плуги ПБН-3-45, ПН-4-35*

Таблица 2. Нормы времени  $H_{вр}$  и расценки на 1 га

Состав агрегата		Глубина вспашки, см	Длина гона							
Марка плуга	Марка трактора		до 150	от 150 до 200	свыше 200 до 300	свыше 300 до 400	свыше 400 до 600	свыше 600 до 1000	свыше 1000	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПБН-75	ДТ-75 (Т-74)	От 23 до 25	–	$\frac{4,3}{(4,3)}$	$\frac{3,8}{(3,8)}$	$\frac{3,3}{(3,3)}$		–	–	1
		Свыше 25 до 30	–	$\frac{3,9}{(3,9)}$	$\frac{3,5}{(3,5)}$	$\frac{3}{(3)}$		–	–	2
ПБН-3-45	ДТ-75	От 18 до 22	$\frac{2,2}{(2,2)}$	$\frac{2}{(2)}$	$\frac{1,9}{(1,9)}$	$\frac{1,8}{(1,8)}$	$\frac{1,7}{(1,7)}$	$\frac{1,6}{(1,6)}$	–	3
		Свыше 22 до 26	$\frac{2,4}{(2,4)}$	$\frac{2,2}{(2,2)}$	$\frac{2,1}{(2,1)}$	$\frac{1,9}{(1,9)}$	$\frac{1,8}{(1,8)}$	$\frac{1,7}{(1,7)}$	–	4

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ПБН-3-45	ДТ-75	Свыше 26	$\frac{2,6}{(2,6)}$	$\frac{2,4}{(2,4)}$	$\frac{2,3}{(2,3)}$	$\frac{2,2}{(2,2)}$	$\frac{2,1}{(2,1)}$	$\frac{2}{(2)}$	-	5
		до 30	$\frac{2-37}{2-37}$	$\frac{2-18}{2-18}$	$\frac{2-09}{2-09}$	$\frac{2-00}{2-00}$	$\frac{1-91}{1-91}$	$\frac{1-82}{1-82}$		
		Свыше 30	$\frac{2,9}{(2,9)}$	$\frac{2,7}{(2,7)}$	$\frac{2,6}{(2,6)}$	$\frac{2,5}{(2,5)}$	$\frac{2,4}{(2,4)}$	$\frac{2,3}{(2,3)}$	-	6
		до 35	$\frac{2-64}{2-64}$	$\frac{2-46}{2-46}$	$\frac{2-37}{2-37}$	$\frac{2-28}{2-28}$	$\frac{2-18}{2-18}$	$\frac{2-09}{2-09}$		
ПН-4-35	ДТ-75М	От 18 до 23	$\frac{2,1}{(2,1)}$	$\frac{1,9}{(1,9)}$	$\frac{1,8}{(1,8)}$	$\frac{1,7}{(1,7)}$	$\frac{1,6}{(1,6)}$	$\frac{1,5}{(1,5)}$	-	7
		Свыше 23	$\frac{2,2}{(2,2)}$	$\frac{2}{(2)}$	$\frac{1,9}{(1,9)}$	$\frac{1,8}{(1,8)}$	$\frac{1,7}{(1,7)}$	$\frac{1,6}{(1,6)}$		
		до 27	$\frac{2-00}{2-00}$	$\frac{1-82}{1-82}$	$\frac{1-73}{1-73}$	$\frac{1-64}{1-64}$	$\frac{1-55}{1-55}$	$\frac{1-46}{1-46}$	-	8
			а	б	в	г	д	е	ж	№

Примечание. Нормами предусмотрена вспашка минеральных грунтов. При вспашке торфяников  $H_{вр}$  и Расц. умножить на 0,9 (ПР-1).

Приложение 5

#### Технологические параметры катков

Технологические параметры	ДУ-32	ДУ-3	ДУ-39А	ДУ-16В	ДУ-16А	ДУ-29	ДУ-31А
Тип машин	Кулачковый		Пневмокаток				
Способ передвижения	Прицепной			Полуприцепной		Самоходный	
Мощность двигателя базовой машины, кВт	79,0	158,0	79,0	177,0	176,4	96,0	66,0
Ширина уплотняемой полосы, м	2,6	2,7	2,6	2,6	2,8	2,22	1,9
Максимальная толщина уплотняемого слоя, м	0,3	0,6	0,35	0,35	0,45	0,4	0,35
Масса машины, т	9,0	13,3	25,0	25,0	20,4	30,0	16,0

Приложение 6

Таблица 1. Технические характеристики экскаваторов с гидроприводом

Параметры	ЭО-4121	ЭО-4321	ЭО-3322А	ЭО-3221
Радиус пяты стрелы, м	0,52	0,17	0,8	0,36
Высота пяты стрелы, м	2,01	2,0	1,96	1,69
База (длина опорной поверхности гусениц, расстояние между осями колес), м	2,75	2,8	2,8	3,7
Колея (по оси колес, гусениц), м	2,35	2,2	2,04	2,36
Ширина гусениц, м	0,58	-	-	0,5; 0,84; 1,0
Длина базовой части стрелы, м	3,22	6,0; 5,4; 4,4	2,64	4,625 (моноблочная)
Наибольшая скорость передвижения, км/ч	2,9	0,9...19,5	1,78...4,13 9,95...22	3,0
Частота вращения поворотной платформы, об/мин	6,0	11,5	9,0	8,75
Масса, т	22,6	18,5	14	13,5
Максимальное давление на грунт, кПа	65	-	-	35

**Таблица 2. Конструктивные и технологические параметры экскаватора ЭО-4121А с рабочим оборудованием обратная лопата**

Параметры	С составной стрелой	С моноблочной стрелой
Геометрическая вместимость ковша для грунтов (групп), м <sup>3</sup> :		
I...II	1,25	1,25
I...IV	1,0	1,0
V...VI	0,65	0,65
Для специальных работ	0,3	0,3
Наибольший радиус копания, м	9,1	9,4/10
Наибольшая глубина копания, м	5,8	6,0/7,1
Наибольшая высота выгрузки, м	5,0	5,0/4,6
Радиус выгрузки в транспорт при высоте выгрузки $H = 3$ м	7,4	7,2
Длина рукоятки, м	2,99	2,9/4,5
Длина головной части стрелы, м	3,31	5,8 (стрела)
Радиус, описываемый кромкой зуба ковша вместимостью 1 м <sup>3</sup>	1,44	1,44
Продолжительность рабочего цикла при работе в отвал, угле поворота 90°, средней глубине копания в грунтах IV группы, с	21,0	21,0
Высота ковша (условная), м	1,2	1,2
Длина ковша (условная), м	0,816	0,816

Примечание. В графе «с моноблочной стрелой» значения показателей в числителе соответствуют нормальной рукоятки, в знаменателе – удлинненной.

**Таблица 3. Технические характеристики экскаваторов с механическим приводом**

Показатель	ЭО-3211Д	ЭО-3311Г	ЭО-4111В
Тип ходового оборудования	Гусеничный уширенный	Пневноколесный	Гусеничный
Скорость передвижки, км/ч	1,2; 2,8	1,45...15,4	1,7; 3,01
Частота вращения поворотной платформы, об/мин	2,9; 6,9		3,33; 5,89
Радиус пяты стрелы, м	0,65	0,7	1,0
Высота пяты стрелы, м	1,4	1,36	1,5
Длина гусеничного хода (база колес), м	4,3	2,8	3,42
Колея, м	3,14	2,64	2,88
Ширина гусениц, м	0,84	–	0,58
Масса с оборудованием обратной лопаты, м	13,4	11,7	20,9
Максимальное давление на грунт, кПа	24	–	65

**Таблица 4. Конструктивные и технологические параметры экскаваторов с оборудованием обратная лопата**

Параметры	ЭО-3322А		ЭО-3221			ЭО-3211Д	ЭО-3311Г	ЭО-4111В
	0,4	0,5	0,4; 0,5	0,5	0,63; 0,8	0,4	0,4	0,65
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,4	0,5	0,4; 0,5	0,5	0,63; 0,8	0,4	0,4	0,65
Длина стрелы, м	5,65	4,9	5,0	4,6		5,1	4,9	5,9
Длина рукоятки, м	1,87	1,87	5,0	3,0	1,9	2,5	2,3	3,02
Длина ковша (условная), м	1,2	1,3	1,0	1,03		0,7	0,68	1,1
Высота ковша (условная), м	0,79		0,79			–	–	–
Наибольший радиус копания, м	8,2	7,36	11,5	8,8	7,9	8,2	7,8	10,16
Радиус выгрузки при $H_{в\ max}$ , м: начальный конечный	6,4	7,2	–	5,6	4,6	3,2 7,0	4,15 6,8	5,0 8,1
Наибольшая высота выгрузки, м	5,22	4,8	7,25	5,5	5,05	5,6	5,6	6,1
Наибольшая глубина копания, м	5,0	4,2	8,44	5,76	4,76	5/2,9	4/2,6	6,9/4,6
Радиус копания рукоятью, с	2,96	5,96	4,4	3,3		2,5	2,3	3,02
Радиус копания ковшом, м	1,09	0,96	1,4			–	–	–
Продолжительность рабочего цикла, с	16,0	–	16,0	15,7		15,0	15,0	20,0

Примечание. Длина стрелы приведена между осями шарниров соединения с поворотной платформой и рукоятью; длина рукоятки – между осями шарниров соединения со стрелой и ковшом; длина ковша (условная) – вдоль линии, проходящей через зубья ковша и касающейся его днища, от зубьев до основания перпендикуляра, опущенного на эту линию и проходящего через ось шарнира «рукоять – стрела».

**Таблица 5. Конструктивные и технологические параметры экскаваторов с оборудованием драглайн**

Показатель	ЭО-3311Г	ЭО-3211Д	ЭО-4111В			
			10		13	
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,4		0,8			
Ширина ковша, м	0,93	0,93	1,02			
Длина стрелы, м	10,5		13			
Угол наклона стрелы, град	30	45	30	45	30	45
Наибольшая глубина копания, м: при поперечной разработке продольной разработке	5,3	3,8	4,4	3,8	6,6	5,9
	7,6	6,1	7,3	5,6	10	7,8
Наибольшая высота выгрузки, м	6,3	6,3	3,5	5,5	5,3	8
Наибольший радиус, м: копания выгрузки	12	10,2	11,1	10,2	14,3	13,2
	10	8,3	10	8,3	12,5	10,4
Продолжительность цикла, с	19	18	21			

**Расчетные скорости движения автосамосвалов при транспортировании грунта, км/ч**

Уклоны пути транспортирования (на подъем)	Расчетные скорости движения при грузоподъемности, т			
	3,5	5,0	7,0	10,0
0,00	40,0	30,0	27,0	20,0
0,02	31,0	23,0	21,0	16,0
0,04	23,0	17,0	16,0	12,0
0,06	19,0	15,0	13,0	10,0
0,08	16,0	13,0	11,0	8,0

**Ориентировочное число проходов грунтоуплотняющих машин для получения проектной плотности грунтов в насыпях при оптимальной влажности**

Наименование грунтов	Значения $m$ при различных значениях $\Delta\gamma$ , т/м <sup>3</sup>						
	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50
Песок: мелкозернистый среднезернистый крупнозернистый	3	4	5	6	7	8	9
	2	3	4	5	6	7	8
	3	4	5	6	7	8	9
Супесь: легкая средняя тяжелая	2	3	4	5	6	7	8
	3	4	5	6	7	8	9
	4	5	6	7	8	9	10
Суглинок: легкий средний тяжелый	2	3	4	5	6	7	8
	3	4	5	6	7	8	9
	4	5	6	7	8	9	10
Глина	5	6	7	8	9	10	11

Примечание. Значения  $\Delta\gamma$  вычисляются по формуле

$$\Delta\gamma = \gamma_{пр} - \frac{\gamma_c}{K_p}$$

**Вместимость ковшей одноковшовых экскаваторов, м<sup>3</sup>**

Марка экскаватора	Рабочее оборудование		
	Драглайн	Обратная лопата	Прямая лопата
ЭО-3211	0,4	–	0,4
ЭО-4112	0,8 (0,65)	–	0,65
ЭО-3322	–	0,5 (0,63)	–
ЭО-4121	–	1,25	1

Примечание. Грузоподъемность автомобилей, т: ЗИЛ-4505 – 6; МАЗ-5551 – 9; КамАЗ-5551 – 10; КрАЗ-6510 – 13,5.

**§ Е2-1-7. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей  
одноковшовыми экскаваторами-драглайн**

Таблица 1. Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		
	свыше 0,25...0,4	свыше 0,4...0,65	свыше 0,65
Машинист 6-го разряда	–	1	1
Машинист 5-го разряда	1	–	–
Помощник машиниста 5-го разряда	–	–	1

*А. Драглайн с ковшом с зубьями*

Таблица 2. Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м	Способ разработки грунта						№
		с погрузкой в транспортные средства						
		Группа грунта						
		I	II, I м	III, III м	IV	V, III м	VI	
0,35	4	$\frac{3,1}{(3,1)}$	$\frac{4}{(4)}$	$\frac{5,7}{(5,7)}$	–	–	–	1
		2–82	3–64	5–19				
0,4	4	$\frac{2,8}{(2,8)}$	$\frac{3,6}{(3,6)}$	$\frac{5,1}{(5,1)}$	$\frac{6,9}{(6,9)}$	–	–	2
		2–55	3–28	4–64	6–28			
0,5	4	$\frac{2,5}{(2,5)}$	$\frac{3}{(3)}$	$\frac{3,9}{(3,9)}$	$\frac{5,3}{(5,3)}$	$\frac{6,9}{(6,9)}$	$\frac{8,4}{(8,4)}$	3
		2–65	3–18	4–13	5–62	7–31	8–90	
0,6...0,65	4	$\frac{2}{(2)}$	$\frac{2,4}{(2,4)}$	$\frac{3,1}{(3,1)}$	$\frac{4}{(4)}$	$\frac{5,4}{(5,4)}$	$\frac{6,5}{(6,5)}$	4
		2–12	2–54	3–29	4–24	5–72	6–89	
		а	б	в	г	д	е	№

*Б. Драглайн с ковшом со сплошной режущей кромкой*

Таблица 3. Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м	Способ разработки грунта			№
		с погрузкой в транспортные средства			
		Группа грунта			
		I	II, I м	III, III м	
0,4	До 4	$\frac{3,1}{(3,1)}$	$\frac{3,9}{(3,9)}$	$\frac{5,5}{(5,5)}$	1
		2–82	3–55	5–01	
0,65	До 4	$\frac{2}{(2)}$	$\frac{2,5}{(2,5)}$	$\frac{3,1}{(3,1)}$	2
		2–12	2–65	3–29	
0,8	До 4	$\frac{3}{(1,5)}$	$\frac{3,6}{(1,8)}$	$\frac{4,6}{(2,3)}$	3
		2–96	3–55	4–53	
		а	б	в	№

Примечание. При глубине забоя, превышающей указанную в табл. 2 и 3,  $N_{вр}$  и Расц. для объема грунта, лежащего ниже этой глубины, умножать на 1,1 (ИР-1).

**§ Е2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей  
одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой**

**Экскаваторы с механическим приводом**

Состав звена (см. прил. 10, табл. 1)

**А. Прямая лопата с ковшом с зубьями**

Таблица 1. Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Глубина забоя, м, для групп грунта		Способ разработки грунта						№
			с погрузкой в транспортные средства						
			Группа грунта						
			I, II, V, VI	III, IV	I	II, I м	III, II м	IV	
0,15	1	1,5	$\frac{8,4}{(8,4)}$ 6-64	$\frac{11}{(11)}$ 8-69	-	-	-	-	1
0,3	1,5	2,5	$\frac{3,3}{(3,3)}$ 3-00	$\frac{4,2}{(4,2)}$ 3-82	$\frac{5,8}{(5,8)}$ 5-28	-	-	-	2
0,5	1,5	3	$\frac{2,1}{(2,1)}$ 2-23	$\frac{2,7}{(2,7)}$ 2-86	$\frac{3,3}{(3,3)}$ 3-50	$\frac{4,3}{(4,3)}$ 4-56	$\frac{5,6}{(5,6)}$ 5-94	$\frac{6,8}{(6,8)}$ 7-21	3
0,6...0,65	2	4	$\frac{1,7}{(1,7)}$ 1-80	$\frac{2,1}{(2,1)}$ 2-23	$\frac{2,7}{(2,7)}$ 2-86	$\frac{3,3}{(3,3)}$ 3-50	$\frac{4,3}{(4,3)}$ 4-56	$\frac{5,2}{(5,2)}$ 5-51	4
0,8	3	5	$\frac{2,4}{(1,2)}$ 2-36	$\frac{3}{(1,5)}$ 2-96	$\frac{3,6}{(1,8)}$ 3-55	$\frac{4,6}{(2,3)}$ 4-53	$\frac{5,8}{(2,9)}$ 5-71	$\frac{7,2}{(3,6)}$ 7-09	5
1			$\frac{2}{(1)}$ 1-97	$\frac{2,6}{(1,3)}$ 2-56	$\frac{3,2}{(1,6)}$ 3-15	$\frac{4,2}{(2,1)}$ 4-14	$\frac{5,2}{(2,6)}$ 5-12	$\frac{6,2}{(3,1)}$ 6-11	6
			а	б	в	г	д	е	№

**Б. Прямая лопата с ковшом со сплошной режущей кромкой**

Таблица 2. Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м, для групп грунта		Способ разработки грунта			№
			с погрузкой в транспортные средства			
			Группа грунта			
			I, II	III	I, I м	
0,4	1,5	2	$\frac{2,9}{(2,9)}$ 2-64	$\frac{3,5}{(3,5)}$ 3-19	$\frac{4,9}{(4,9)}$ 4-46	1
0,65	2	4	$\frac{1,8}{(1,8)}$ 1-91	$\frac{2,3}{(2,3)}$ 2-44	$\frac{2,9}{(2,9)}$ 3-07	2
0,8	3	5	$\frac{2,4}{(1,2)}$ 2-36	$\frac{3}{(1,5)}$ 2-96	$\frac{3,8}{(1,9)}$ 3-74	3
			а	б	в	№

### Экскаваторы с гидравлическим приводом

Таблица 3. Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Вместимость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>		
	свыше 0,15 до 0,4	свыше 0,4 до I	свыше I
Машинист 6-го разряда	–	I	I
Машинист 5-го разряда	I	–	–
Помощник машиниста 5-го разряда	–	–	I

Таблица 4. Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Высота забоя, м, для групп грунта	Способ разработки грунта							№	
		с погрузкой в транспортные средства								
		Группа грунта								
		I, II, V, VI	III, IV	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м		VI
0,25	3	4	$\frac{3,5}{(3,5)}$	$\frac{4,5}{(4,5)}$	$\frac{6,3}{(6,3)}$	–	–	–	1	
			3 – 19	4 – 10	5 – 73					
0,8	3	5	$\frac{1,1}{(1,1)}$	$\frac{1,4}{(1,4)}$	$\frac{1,7}{(1,7)}$	$\frac{2,2}{(2,2)}$	$\frac{2,7}{(2,7)}$	$\frac{3,5}{(3,5)}$	2	
			1 – 17	1 – 48	1 – 80	2 – 33	2 – 86	3 – 71		
			а	б	в	г	д	е		№

Примечание. При высоте забоя менее указанной в табл. 1,  $H_{вр}$  и Расц. умножить на 1,1 (ПР-1).

Приложение 12

#### § E2-1-9. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой

Состав звена (см. прил. 11, табл. 3)

Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Способ разработки грунта						№
	с погрузкой в транспортные средства						
	Группа грунта						
	I	II, I м	III, II м	IV	V, III м	VI	
0,4	$\frac{2,7}{(2,7)}$	$\frac{3,4}{(3,4)}$	$\frac{4,3}{(4,3)}$	–	–	–	1
	2 – 46	3 – 09	3 – 91				
0,5	$\frac{2,4}{(2,4)}$	$\frac{2,8}{(2,8)}$	$\frac{3,5}{(3,5)}$	$\frac{4,2}{(4,2)}$	$\frac{5,2}{(5,2)}$	$\frac{7,2}{(7,2)}$	2
	2 – 54	2 – 97	3 – 71	4 – 45	5 – 51	7 – 63	
0,63...0,65	$\frac{1,6}{(1,6)}$	$\frac{2}{(2)}$	$\frac{2,7}{(2,7)}$	$\frac{3,3}{(3,3)}$	$\frac{4}{(4)}$	$\frac{5,5}{(5,5)}$	3
	1 – 70	2 – 12	2 – 86	3 – 50	4 – 24	5 – 83	
1,25	$\frac{2}{(1)}$	$\frac{2,4}{(1,2)}$	$\frac{3}{(1,5)}$	$\frac{4,2}{(2,1)}$	$\frac{5}{(2,5)}$	$\frac{5,6}{(2,8)}$	4
	2 – 04	2 – 45	3 – 06	4 – 28	5 – 10	5 – 71	
	а	б	в	г	д	е	

**Транспортирование трейлера с грузом и без груза трактором К-701**

**Нормы времени на 100 км пробега**

Масса перевозимых машин и механизмов, т	Группа дорог	Транспортировка	
		с грузом	без груза
		$H_{вр}$ , маш.-ч	$H_{вр}$ , маш.-ч
10	I а	5,4	4,0
	I	6,3	4,3
	II	8,0	5,5
	III	10,6	7,4
15	I а	5,8	4,0
	I	7,4	4,3
	II	9,3	5,5
	III	12,0	7,4
20	I а	6,9	4,0
	I	8,4	4,3
	II	10,9	5,5
	III	13,8	7,4
Более 20	I а	7,8	4,0
	I	9,4	4,3
	II	12,2	5,5
	III	15,2	7,4

Примечание. При перевозке машин и механизмов на трейлерах по городским дорогам, независимо от дорожного покрытия, оплату производить за 100 км пробега: с грузом – по II, без груза – по I группе дорог.

**§ РД 33-3. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами**

**Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 100 м<sup>3</sup> грунта по обмеру в плотном состоянии**

Глубина забоя, м	Марка экскаватора	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Мощность двигателя, л. с.	Способ разработки грунта			
				с погрузкой в транспортные средства			
				Группа грунта			
			I	II	III		
До 4	ЭО-3211Б, Г, драглайн	0,4	50	15,2	19,3	24,4	1
				12,5	15,8	20	
	ЭО-4111Б, драглайн	0,65	82	13,8	17,4	22,2	2
				11,3	14,3	18,2	
		0,8	82	12,1	15	19,1	3
				9,9	12,3	15,7	
До 6	ЭО-4121А, Б, ЭО-4221, обратная лопата	1	130	14,1	17,8	22,6	4
				11,6	14,6	18,5	
				а	б	в	

Примечание. При глубине забоя, превышающей указанную в таблице, норму расхода топлива для объема грунта, лежащего ниже этой глубины, умножать на 1,1.

**§ РД 33-90. Линейные нормы расхода дизельного топлива  
для автомобилей-самосвалов**

Марка автомобиля	Линейные нормы расхода топлива на 100 км пробега, л
ЗИЛ-4508	28,4
МАЗ-5551	33,0
КаМАЗ-5511	34,0
КрАЗ-6510	48,0

Примечание. При работе в карьерах с тяжелыми дорожными условиями линейные нормы увеличиваются до 20 %. Для автомобилей-самосвалов дополнительно устанавливается расход топлива на каждую езду с грузом в количестве 0,25 л.

**Простой трактора К-701 при погрузке и разгрузке машин**

**Нормы времени на погрузку и разгрузку одной машины**

Наименование машин	$H_{вр}$ , маш.-ч
Трактор ДТ-75, корчеватели и бульдозеры на их базе	1,15
Тракторы Т-130, Т-170, корчеватели и бульдозеры на их базе Многоковшовый экскаватор ЭТЦ-2011	1,35
Экскаваторы одноковшовые:	
ЭО-3211	1,65
ЭО-4111Б, ЭО-4121	1,85
ЭО-4221 (МТП-71)	2,0
ЭО-5111	2,3

**Часовые нормы расхода топлива**

Марка машины	Расход топлива, л/ч
ЭО-3211Б, Г	7,8
ЭО-4111Б, Г	9,9
ЭО-3323	9,3
ЭО-4121А	10,5
К-701	22,7

**§ Е2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами**

*Состав работы*

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Разработка грунта с перемещением его и выгрузкой.
3. Возвращение бульдозера в забой порожняком.

*Состав рабочих*

Для бульдозеров на тракторах ДТ-75 – машинист 5-го разряда.  
Для бульдозеров на тракторах Д-130 – машинист 6-го разряда.

### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка трактора	Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта						№
		До 10 м			Добавлять на каждые следующие 10 м			
		Группа грунта						
		І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	
ДТ-75	ДЗ-42 (Д-606), ДЗ-29 (Д-535)	$\frac{0,947}{(0,94)}$	$\frac{1,1}{(1,1)}$	$\frac{1,3}{(1,3)}$	$\frac{0,87}{(0,87)}$	$\frac{0,94}{(0,94)}$	$\frac{0,98}{(0,98)}$	1
		0 – 85,5	1 – 00	1 – 18	0 – 79,2	0 – 85,5	0 – 89,2	
Т-130	ДЗ-110А ДЗ-28	$\frac{0,35}{(0,35)}$	$\frac{0,41}{(0,41)}$	$\frac{0,47}{(0,47)}$	$\frac{0,3}{(0,3)}$	$\frac{0,33}{(0,33)}$	$\frac{0,35}{(0,35)}$	2
		0 – 37,1	0 – 43,5	0 – 49,8	0 – 31,8	0 – 35	0 – 37,1	
		а	б	в	г	д	е	№

Примечания: 1. Нормы и расценки предусматривают работу бульдозерами без открылков. При перемещении грунта бульдозерами с отвалом ящичного типа  $H_{вр}$  и Расц. следует умножать на 0,87 (ПР-1).

2. Нормами и расценками предусмотрена работа бульдозеров в грунтах естественной влажности. При работе бульдозеров в сыпучих или вязких грунтах, в которых буксуют или вязнут гусеницы тракторов,  $H_{вр}$  и Расц. следует умножать на 1,15 (ПР-2).

3. При перемещении бульдозером ранее разработанных разрыхленных грунтов  $H_{вр}$  и Расц. умножать на 0,85, считая объем грунта в естественном залегании (ПР-3).

4. Нормами и расценками учтено перемещение грунта по пути с подъемом до 10 %. При подъемах до 20 % длину пути на участках с подъемом необходимо умножать на 1,2, а при подъемах свыше 20 % – на 1,4 (ПР-4).

Приложение 19

### § РД 33-15. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами

#### Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 100 м<sup>3</sup> грунта по обмеру в плотном состоянии

Марка бульдозера	Расстояние перемещения грунта						№
	До 10 м			Добавлять на каждые следующие 10 м			
	Группа грунта						
	І	ІІ	ІІІ	І	ІІ	ІІІ	
ДТ-75	$\frac{11,1}{9,1}$	$\frac{14,5}{11,9}$	$\frac{17,6}{14,4}$	$\frac{8,4}{6,9}$	$\frac{11}{9}$	$\frac{13,3}{10,9}$	1
	6,7	8,0	9,8	5,9	6,5	6,8	
Т-130	$\frac{5,5}{6,6}$	$\frac{8,0}{6,6}$	$\frac{8,0}{8,0}$	$\frac{4,8}{4,8}$	$\frac{5,3}{5,3}$	$\frac{5,6}{5,6}$	2
	а	б	в	г	д	е	

Приложение 20

### § В12-1-21. Послойное увлажнение грунта поливочной машиной ПМ-10

#### Техническая характеристика

Тип .....полуприцеп-цистерна  
 База (трактор) .....К-701  
 Двигатель:  
     марка .....ЯМЗ-238НБ  
     мощность, кВт (л. с.) .....158 (215)

Вместимость цистерны, м <sup>3</sup> .....	10
Производительность насоса, л/с .....	40
Ширина площади полива, м .....	4...16
Число сопел, шт. ....	2
Масса (с трактором), т .....	20

*Состав работы*

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Перемещение агрегата для забора воды на заданное расстояние.
3. Забор воды из водисточника.
4. Перемещение агрегата на рабочее место.
5. Перемещение агрегата с посылным увлажнением грунта.

*Тракторист 6-го разряда*

**Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> увлажненной поверхности**

Норма полива, м <sup>3</sup> воды на 1 га	Расстояние перевозки воды, м				
	от 500 до 1000	свыше 1000 до 2000	свыше 2000 до 3000	свыше 3000 до 4000	
Свыше 50 до 100	$\frac{1,1}{(1,1)}$ 1-17	$\frac{1,4}{(1,4)}$ 1-48	$\frac{1,6}{(1,6)}$ 1-70	$\frac{2}{(2)}$ 2-12	1
Свыше 100 до 200	$\frac{1,5}{(1,5)}$ 1-59	$\frac{1,7}{(1,7)}$ 1-80	$\frac{2}{(2)}$ 2-12	$\frac{2,5}{(2,5)}$ 2-65	2
Свыше 200 до 250	$\frac{1,8}{(1,8)}$ 1-91	$\frac{2,1}{(2,1)}$ 2-23	$\frac{2,4}{(2,4)}$ 2-54	$\frac{2,8}{(2,8)}$ 2-97	3
Свыше 250 до 300	$\frac{2,2}{(2,2)}$ 2-33	$\frac{2,5}{(2,5)}$ 2-65	$\frac{2,7}{(2,7)}$ 2-86	$\frac{3,2}{(3,2)}$ 3-39	4
Свыше 300 до 350	$\frac{2,6}{(2,6)}$ 2-76	$\frac{2,8}{(2,8)}$ 2-97	$\frac{3,1}{(3,1)}$ 3-29	$\frac{3,6}{(3,6)}$ 3-82	5
Свыше 350 до 400	$\frac{2,9}{(2,9)}$ 3-07	$\frac{3,2}{(3,2)}$ 3-39	$\frac{3,5}{(3,5)}$ 3-71	$\frac{3,9}{(3,9)}$ 4-13	6
	а	б	в	г	№

Приложение 21

**§ В12-1-19. Уплотнение грунта прицепными и полуприцепными катками**

Таблица 1. Состав звена

Профессия и разряд рабочих	Марка катка		
	ДУ-3	ДУ-32	ДУ-16А
Машинист 6-го разряда	2	1	1
Тракторист 6-го разряда	2	1	-

Таблица 2. **Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности за один проход катка**

Марка катка	Длина гона, м							
	до 50	свыше 50 до 100	свыше 100 до 150	свыше 150 до 200	свыше 200 до 250	свыше 250 до 300	свыше 300	
ДУ-3	$\frac{1,32}{(0,66)}$	$\frac{0,86}{(0,43)}$	$\frac{0,72}{(0,36)}$	$\frac{0,66}{(0,33)}$	$\frac{0,58}{(0,29)}$	$\frac{0,54}{(0,27)}$	$\frac{0,5}{(0,25)}$	1
	1 – 40	0 – 91,2	0 – 76,3	0 – 70	0 – 61,5	0 – 57,2	0 – 53	
ДУ-32	$\frac{0,58}{(0,58)}$	$\frac{0,51}{(0,51)}$	$\frac{0,46}{(0,46)}$	$\frac{0,4}{(0,4)}$	$\frac{0,36}{(0,36)}$	$\frac{0,34}{(0,34)}$	$\frac{0,3}{(0,3)}$	2
	0 – 61,5	0 – 54,1	0 – 48,8	0 – 42,4	0 – 38,2	0 – 36	0 – 31,8	
ДУ-16А	$\frac{0,51}{(0,51)}$	$\frac{0,46}{(0,46)}$	$\frac{0,41}{(0,41)}$	$\frac{0,36}{(0,36)}$	$\frac{0,33}{(0,33)}$	$\frac{0,29}{(0,29)}$	$\frac{0,27}{(0,27)}$	3
	0 – 54,1	0 – 48,8	0 – 43,5	0 – 38,2	0 – 35	0 – 30,7	0 – 28,6	
	а	б	в	г	д	е	ж	№

Приложение 22

**§ Е2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками**

**Прицепной каток ДУ-39А**

*Тракторист 6-го разряда*

Таблица 1. **Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> уплотненного грунта насыпи**

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		Длина гона, м						
		до 100	до 200	свыше 200	до 200	до 300	свыше 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	До 0,2	$\frac{0,58}{(0,58)}$	$\frac{0,5}{(0,5)}$	$\frac{0,46}{(0,46)}$	$\frac{0,66}{(0,66)}$	$\frac{0,56}{(0,56)}$	$\frac{0,51}{(0,51)}$	1
		0 – 61,5	0 – 53	0 – 48,8	0 – 70	0 – 59,4	0 – 54,1	
	От 0,2 до 0,3	$\frac{0,34}{(0,34)}$	$\frac{0,29}{(0,29)}$	$\frac{0,27}{(0,27)}$	$\frac{0,38}{(0,38)}$	$\frac{0,32}{(0,32)}$	$\frac{0,3}{(0,3)}$	2
		0 – 36	0 – 30,7	0 – 28,6	0 – 40,3	0 – 33,9	0 – 31,8	
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	До 0,2	$\frac{0,11}{(0,11)}$	$\frac{0,09}{(0,09)}$	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,13}{(0,13)}$	$\frac{0,1}{(0,1)}$	$\frac{0,09}{(0,09)}$	3
		0 – 11,7	0 – 09,5	0 – 08,5	0 – 13,8	0 – 10,6	0 – 09,5	
	От 0,2 до 0,3	$\frac{0,06}{(0,06)}$	$\frac{0,05}{(0,05)}$	$\frac{0,04}{(0,04)}$	$\frac{0,07}{(0,07)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	$\frac{0,05}{(0,05)}$	4
		0 – 06,4	0 – 05,3	0 – 04,2	0 – 07,4	0 – 06,4	0 – 05,3	
		а	б	в	г	д	е	№

## Полуприцепной каток ДУ-16В

*Машинист 6-го разряда*

Таблица 2. **Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> уплотненного грунта насыпи**

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			№
		Длина гона, м						
		до 100	до 200	свыше 200	до 200	до 300	свыше 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	До 0,2	$\frac{0,51}{(0,51)}$ 0 – 54,6	$\frac{0,46}{(0,46)}$ 0 – 48,8	$\frac{0,44}{(0,44)}$ 0 – 46,6	$\frac{0,59}{(0,59)}$ 0 – 62,5	$\frac{0,52}{(0,52)}$ 0 – 55,1	$\frac{0,49}{(0,49)}$ 0 – 51,9	1
	От 0,2 до 0,35	$\frac{0,3}{(0,3)}$ 0 – 31,8	$\frac{0,27}{(0,27)}$ 0 – 28,6	$\frac{0,25}{(0,25)}$ 0 – 26,5	$\frac{0,33}{(0,33)}$ 0 – 35	$\frac{0,3}{(0,3)}$ 0 – 31,8	$\frac{0,28}{(0,28)}$ 0 – 29,7	2
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	До 0,2	$\frac{0,08}{(0,08)}$ 0 – 08,5	$\frac{0,07}{(0,07)}$ 0 – 07,4	$\frac{0,06}{(0,06)}$ 0 – 06,4	$\frac{0,11}{(0,11)}$ 0 – 11,7	$\frac{0,09}{(0,09)}$ 0 – 09,5	$\frac{0,08}{(0,08)}$ 0 – 08,5	3
	От 0,2 до 0,35	$\frac{0,05}{(0,05)}$ 0 – 05,3	$\frac{0,04}{(0,04)}$ 0 – 04,2	$\frac{0,03}{(0,03)}$ 0 – 03,2	$\frac{0,06}{(0,06)}$ 0 – 06,4	$\frac{0,05}{(0,05)}$ 0 – 05,3	$\frac{0,04}{(0,04)}$ 0 – 04,2	4
		а	б	в	г	д	е	№

Примечание. В графах г–е табл. 1 и 2 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотняемого участка) на расстояние 20 м. При проходе катка на расстояние свыше 20 м принимать на 1 км прохода  $H_{пр} = 0,22$  маш.-ч; Расц. = 0 – 23,3 (ПР-1).

Приложение 23

### § E2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками

#### Самоходный каток ДУ-31А

*Машинист 6-го разряда*

Таблица 1. **Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> уплотненного грунта насыпи**

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			№
		Длина гона, м						
		до 100	до 200	свыше 200	до 200	до 300	свыше 300	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	До 0,2	$\frac{0,63}{(0,63)}$ 0 – 66,8	$\frac{0,46}{(0,46)}$ 0 – 48,8	$\frac{0,39}{(0,39)}$ 0 – 41,3	$\frac{0,77}{(0,77)}$ 0 – 81,6	$\frac{0,58}{(0,58)}$ 0 – 61,5	$\frac{0,5}{(0,5)}$ 0 – 53	1
	От 0,2 до 0,3	$\frac{0,41}{(0,41)}$ 0 – 43,5	$\frac{0,31}{(0,31)}$ 0 – 32,9	$\frac{0,26}{(0,26)}$ 0 – 27,6	$\frac{0,51}{(0,51)}$ 0 – 54,1	$\frac{0,39}{(0,39)}$ 0 – 41,3	$\frac{0,34}{(0,34)}$ 0 – 36	2

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	До 0,2	$\frac{0,13}{(0,13)}$	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,07}{(0,07)}$	$\frac{0,15}{(0,15)}$	$\frac{0,11}{(0,11)}$	$\frac{0,09}{(0,09)}$	3
		0 – 13,8	0 – 08,5	0 – 07,4	0 – 15,9	0 – 11,7	0 – 09,5	
	От 0,2 до 0,3	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	$\frac{0,04}{(0,04)}$	$\frac{0,11}{(0,11)}$	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	4
		0 – 08,5	0 – 06,4	0 – 04,2	0 – 11,7	0 – 08,5	0 – 06,4	
		а	б	в	г	д	е	№

**Самоходный каток ДУ-29А**

*Машинист 6-го разряда*

Таблица 2. **Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> уплотненного грунта насыпи**

Наименование работ	Толщина уплотняемого слоя, м	С разворотом на насыпи			С разворотом со съездом с насыпи			
		Длина гона, м						
		до 100	до 200	свыше 200	до 200	до 300	свыше 300	
Уплотнение грунта при четырех проходах по одному следу	До 0,2	$\frac{0,54}{(0,54)}$	$\frac{0,4}{(0,4)}$	$\frac{0,34}{(0,34)}$	$\frac{0,64}{(0,64)}$	$\frac{0,48}{(0,48)}$	$\frac{0,42}{(0,42)}$	1
	0 – 57,2	0 – 42,4	0 – 36	0 – 67,8	0 – 50,9	0 – 44,5		
От 0,2 до 0,3	$\frac{0,36}{(0,36)}$	$\frac{0,26}{(0,26)}$	$\frac{0,22}{(0,22)}$	$\frac{0,43}{(0,43)}$	$\frac{0,32}{(0,32)}$	$\frac{0,28}{(0,28)}$	2	
	0 – 38,2	0 – 27,6	0 – 23,3	0 – 45,6	0 – 33,9	0 – 29,7		
Добавлять на каждый проход сверх первых четырех	До 0,2	$\frac{0,11}{(0,11)}$	$\frac{0,07}{(0,07)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	$\frac{0,14}{(0,14)}$	$\frac{0,09}{(0,09)}$	$\frac{0,08}{(0,08)}$	3
		0 – 11,7	0 – 07,4	0 – 06,4	0 – 14,8	0 – 09,5	0 – 08,5	
	От 0,2 до 0,3	$\frac{0,07}{(0,07)}$	$\frac{0,05}{(0,05)}$	$\frac{0,04}{(0,04)}$	$\frac{0,09}{(0,09)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	$\frac{0,05}{(0,05)}$	4
		0 – 07,4	0 – 05,3	0 – 04,2	0 – 09,5	0 – 06,4	0 – 05,3	
		а	б	в	г	д	е	№

Примечание. В графах г–е табл. 1 и 2 учтен проход катка по насыпи до съезда (за пределами уплотненного участка) на расстояние до 20 м. При проходе катка на расстояние свыше 20 м принимать на 1 км прохода  $H_{вр} = 0,14$  маш.-ч; Расц. = 0 – 14,8 (ИР-1).

Приложение 24

**§ РД 33-35. Уплотнение грунта прицепными и самоходными катками**

**Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 1000 м<sup>2</sup> уплотненной поверхности за один проход катка**

Марка катка и трактора	Длина гона, м							
	до 50	до 100	до 150	до 200	до 250	до 300	более 300	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДТ-75, Т-74	4,8	3,8	3,5	3,2	2,9	2,8	2,6	1
	3,9	3,1	2,9	2,6	2,4	2,3	2,1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ДУ-3 2 трактора Т-130	$\frac{11,6}{9,5}$	$\frac{7,6}{6,2}$	$\frac{6,3}{5,2}$	$\frac{5,7}{4,7}$	$\frac{5,1}{4,2}$	$\frac{4,8}{3,9}$	$\frac{4,4}{3,6}$	2
ДУ-32 Т-130	$\frac{6,3}{5,2}$	$\frac{5,6}{4,6}$	$\frac{5}{4,1}$	$\frac{4,4}{3,6}$	$\frac{3,9}{3,2}$	$\frac{3,7}{3}$	$\frac{3,3}{2,7}$	3
ДУ-16А самоходный	$\frac{9,5}{7,8}$	$\frac{8,5}{7}$	$\frac{7,6}{6,2}$	$\frac{7,1}{5,8}$	$\frac{6,1}{5}$	$\frac{5,4}{4,4}$	$\frac{5}{4,1}$	4
	а	б	в	г	д	е	ж	№

### § В12-3-22. Крепление откосов дамбы железобетонными плитами

Нормами предусмотрено крепление откосов дамбы-насыпи железобетонными плитами размером 1×1×0,15 м автомобильным краном.

Плиты укладывают на гравийное основание толщиной до 6 см.

Первый ряд плит укладывают у основания откоса дамбы, последующие ряды – встык с ранее уложенным рядом. Крепление плит между собой производят соединением монтажных петель хомутиками с последующей сваркой их и заделкой стыков цементным раствором. Уложенные плиты подбивают грунтом.

#### Состав работы

1. Выравнивание откоса дамбы.
2. Устройство гравийного основания.
3. Укладка плит на основание.
4. Проверка правильности укладки, подбивка плит грунтом.
5. Приготовление цементного раствора.
6. Заливка стыков плит цементным раствором.

#### Нормы времени и расценки на 10 м<sup>2</sup> укрепленного откоса дамбы

Состав звена	$\frac{H_{вр}}{\text{Расц.}}$	
	монтажников конструкций	машиниста
Монтажники конструкций: 4-го разряда – 1 3-го разряда – 1 2-го разряда – 1	$\frac{4,7}{3-34}$	$\frac{1,6}{1-26}$
Машинист крана 4-го разряда – 1	а	б

#### Нормы расхода материалов при строительстве ГТС

Гидропосев семян трав по слою растительного грунта, нанесенного на откос, на 1 га откоса: удобрение – 656 кг, семена многолетних трав – 45,3 кг, вода – 17,8 м<sup>3</sup>.

**§ В12-4-13. Крепление откосов каналов гидросеявом многолетних трав гидросеялкой МК-14-1 на тракторе ДТ-75Б**

Крепление откосов каналов производится после их планировки и устранения с бермы предметов, мешающих передвижению агрегата. Ширина откоса, обрабатываемого за один проход агрегата, не должна превышать 6 м.

*Состав работы*

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Передвижка агрегата на заданное расстояние для заправки рабочей смесью.
3. Заправка рабочей смесью.
4. Передвижка агрегата к месту работы.
5. Гидросев многолетних трав.

*Машинист 5-го разряда – 1, подсобный рабочий 2-го разряда – 1*

**Нормы времени и расценки на 1000 м<sup>2</sup> поверхности откосов**

Расстояние перевозки, м			
свыше 500 до 1000	свыше 1000 до 2000	свыше 2000 до 3000	свыше 3000 до 4000
1,1 (0,55)	1,36 (0,68)	1,78 (0,89)	2,2 (1,1)
0 – 85,3	1 – 05	1 – 38	1 – 71
а	б	в	г

**§ РД 33-80. Крепление откосов каналов гидросеявом многолетних трав гидросеялкой МК-14-1**

**Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 1 га откосов канала**

Дальность переезда для заправки емкости водой, км	Нормы расхода топлива	
1	41,3 33,9	1
Добавлять на каждые последующие 0,5 км	5,7 4,7	2
	а	№

Примечание. При заправке емкости гидросеялки водой без переезда нормы расхода дизельного топлива п. 1 следует умножать на 0,7.

**Сметная стоимость 1 машино-часа эксплуатации строительных машин, руб/ч (в ценах 1991 г.)**

<i>Экскаваторы одноковшовые</i>	<i>Автомобили</i>
ЭО-3211 Г ..... 9,27	ЗИЛ-4505..... 13,0
ЭО-3222 ..... 8,96	МАЗ-5551..... 13,6
ЭО-4112 Д ..... 13,67	КамАЗ-5551..... 13,7
ЭО-4122 ..... 15,02	КрАЗ-6510..... 13,8

<i>Автокраны</i>	
К-162 (на базе КраЗа) .....	12,20
КС-2561 (на базе ЗИЛ-130) .....	12,70
КС-4561 (на базе МАЗ-500) .....	14,98
Кран башенный КВ-100 .....	8,80
Автогрейдер ДЗ-99 .....	8,70
Скрепер ДЗ-20 (на базе Т-130) .....	16,3

<i>Тракторы</i>	
ДТ-75 .....	6,68
Т-130 .....	11,96
МТЗ-82 .....	5,62
К-701 .....	16,10

<i>Бульдозеры</i>	
ДЗ-27 (на базе Т-130) .....	14,1
ДЗ-109 (на базе Т-130) .....	14,3
МК-21 (на базе Т-130) .....	15,43
ДЗ-42Г (на базе ДТ-75) .....	7,8

<i>Автосамосвалы</i>	
КраЗ-6510 .....	13,8
КамАЗ-5551 .....	13,7
МАЗ-5551 .....	13,6
ЗИЛ-4505 .....	13,0

<i>Кусторез</i>	
ДП-24 (на базе Т-130) .....	13,06

Приложение 30

### § Е2-1-1. Рыхление немерзлого грунта бульдозерами-рыхлителями

#### *Состав работы*

1. Приведение агрегата в рабочее положение.
2. Рыхление грунта с регулированием глубины рыхления.
3. Повороты агрегата.
4. Очистка рыхлителя от корней и налипшего грунта.

#### *Состав рабочих*

Для рыхлителей – тракторист 6-го разряда.

Для бульдозеров-рыхлителей – машинист 6-го разряда.

#### Нормы времени и расценки на 100 м<sup>3</sup> грунта

Марка тракто- ра	Марка рыхлительного оборудования	Глубина рыхления за 1 проход, м	Длина разрыхляемого участка грунта, м			
			до 100	до 200	свыше 200	
Т-130	ДП-15 ДП-14	0,2	$\frac{0,21}{(0,21)}$	$\frac{0,18}{(0,18)}$	$\frac{0,14}{(0,14)}$	1
			0 – 22,3	0 – 19,1	0 – 14,8	
	ДП-18 ДП-16 ДП-22С	0,35	$\frac{0,15}{(0,15)}$	$\frac{0,13}{(0,13)}$	$\frac{0,11}{(0,11)}$	2
			0 – 15,9	0 – 13,8	0 – 11,7	
	ДП-18 ДП-16 ДП-22С	0,35	$\frac{0,09}{(0,09)}$	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,06}{(0,06)}$	3
			0 – 09,5	0 – 08,5	0 – 06,4	
	ДП-18 ДП-16 ДП-22С	0,5	$\frac{0,08}{(0,08)}$	$\frac{0,07}{(0,07)}$	$\frac{0,05}{(0,05)}$	4
			0 – 08,5	0 – 07,4	0 – 05,3	
			а	б	в	№

**§ РД 33-34. Рыление грунта после устройства закрытого дренажа**

**Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 1 га разрыхленной площади**

Марка рыхлителя	Марка трактора	Количество рыхляющих зубьев, шт.	Расстояние между рыхлящими зубьями или проходными, м	Длина гона, м				
				до 150	до 200	до 400	более 400	
РК-1,2	Т-130	1	2	$\frac{35,1}{28,8}$	$\frac{30,5}{25,2}$	$\frac{28,9}{23,7}$	$\frac{28}{23}$	1
РУ-65-2,5	К-701	3	0,8	$\frac{43,5}{35,7}$	$\frac{37,7}{30,9}$	$\frac{34,9}{28,6}$	$\frac{33,3}{27,3}$	2
	Т-130			$\frac{32,7}{26,8}$	$\frac{28,9}{23,7}$	$\frac{28}{23}$	$\frac{27,1}{22,2}$	3
ВР-80	К-701А	-	2,4	$\frac{61}{50}$	$\frac{58}{47,6}$	$\frac{55,1}{45,2}$	$\frac{52,2}{42,8}$	4
				а	б	в	г	№

Приложение 31

**§ РД 33-55. Вспашка мелиорируемых земель**

**Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 1 га**

Глубина вспашки, см	Марка трактора	Марка плуга	Минеральные почвы				Торфяные почвы				
			Длина гона, м								
			150 – 200	201 – 300	301 – 600	более 600	150 – 200	201 – 300	301 – 600	более 600	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18–22	ДТ-75	ПБН-3-45	$\frac{17,2}{14,1}$	$\frac{16,3}{13,4}$	$\frac{15,5}{12,7}$	$\frac{14,2}{11,6}$	$\frac{15,5}{12,7}$	$\frac{14,7}{12,1}$	$\frac{13,9}{11,4}$	$\frac{12,8}{10,5}$	1
		ПН-4-35	$\frac{16,8}{13,8}$	$\frac{15,9}{13,0}$	$\frac{14,0}{11,5}$	$\frac{12,9}{10,6}$	$\frac{15,5}{12,7}$	$\frac{14,2}{11,6}$	$\frac{12,5}{10,3}$	$\frac{11,6}{9,5}$	2
23–25	ДТ-75	ПКБ-75	$\frac{45,5}{37,3}$	$\frac{39,5}{32,4}$	$\frac{34,5}{28,3}$	$\frac{31,4}{25,7}$	$\frac{40}{32,8}$	$\frac{34,8}{28,5}$	$\frac{30,4}{24,9}$	$\frac{27,6}{22,6}$	3
		ПБН-75	$\frac{42,5}{34,8}$	$\frac{37,6}{30,8}$	$\frac{32,6}{26,7}$	$\frac{29,6}{24,3}$	$\frac{37,3}{30,6}$	$\frac{33,1}{27,1}$	$\frac{28,7}{23,5}$	$\frac{26,1}{21,4}$	4
		ПБН-3-45	$\frac{19,8}{16,2}$	$\frac{18,9}{15,5}$	$\frac{16,8}{13,8}$	$\frac{15,9}{13,0}$	$\frac{17,8}{14,6}$	$\frac{17}{13,9}$	$\frac{15,1}{12,4}$	$\frac{14,3}{11,7}$	5
		ПН-4-35	$\frac{18,1}{14,8}$	$\frac{16,8}{13,8}$	$\frac{14,8}{12,1}$	$\frac{13,8}{11,3}$	$\frac{16,3}{13,4}$	$\frac{15,1}{12,4}$	$\frac{13,3}{10,9}$	$\frac{12,5}{10,3}$	6
			ПКБ-75	$\frac{51,2}{42}$	$\frac{45}{36,9}$	$\frac{39}{32}$	$\frac{35,5}{29,1}$	$\frac{46,6}{38,2}$	$\frac{41}{33,6}$	$\frac{35,5}{29,1}$	$\frac{32,3}{26,5}$
26–30	ДТ-75	ПБН-75	$\frac{47,6}{39}$	$\frac{42,7}{35}$	$\frac{36,6}{30}$	$\frac{33,3}{27,3}$	$\frac{43,3}{35,5}$	$\frac{38,8}{31,8}$	$\frac{33,3}{27,3}$	$\frac{30,3}{24,8}$	8
		ПБН-3-45	$\frac{21,5}{17,6}$	$\frac{20,5}{16,8}$	$\frac{19,4}{15,9}$	$\frac{18,1}{14,8}$	$\frac{19,4}{15,9}$	$\frac{18,6}{15,3}$	$\frac{17,4}{14,3}$	$\frac{16,3}{13,4}$	9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
31–35	ДТ-75	ПБН-3-45	24,1	23,2	21,9	20,5	21,6	20,9	19,7	18,6	10
			19,8	19,0	18,0	16,8	17,7	17,1	16,2	15,3	
			а	б	в	г	д	е	ж	з	

Приложение 32

### § РД 33-56. Дискование вспаханных земель

#### Нормы расхода дизельного топлива (л/кг) на 1 га в один след

Марка трактора	Марка дисковой бороны	Минеральные почвы	Торфяные почвы	
ДТ-75	БДТ-2,5	8,1	7,3	1
		6,6	6,0	
	БДТ-3	7,7	6,9	2
		6,3	5,6	
		а	б	№

Приложение 33

### § В12-2-20. Дискование мелиорируемых земель боронами

#### Состав работы

1. Установка агрегата в рабочее положение.
2. Рабочий ход агрегата (дискование) на заданную глубину.
3. Холостой поворот агрегата на концах обрабатываемого участка.
4. Регулировка глубины дискования.
5. Очистка дисковых батарей при забивании почвой и древесными остатками.
6. Внутрисменные переезды агрегата с одного обрабатываемого участка на другой.

Таблица 1. Техническая характеристика

Показатель	Марка бороны	
	БДНТ-2,2	БДТ-3
Тип	Навесная	Прицепная
База (трактор)	ДТ-75	
Двигатель:		
марка	СМД-14Н (СМД-14А)	
мощность, кВт (л. с.)	55,1 (75); 58,8 (80)	
Ширина захвата, м	2,2	3
Глубина обработки, см	До 25	До 25
Число батарей, шт.	4	4
Число дисков, шт.	21	29
Масса, т	1,8	0,95

Таблица 2. **Нормы времени и расценки на 1 га**

Состав агрегата		Длина гона, м						
Марка бороны	Марка трактора	до 150	свыше 150 до 200	свыше 200 до 300	свыше 300 до 400	свыше 400 до 600	свыше 600	
БДНТ-2,2	ДТ-75	$\frac{1,4}{1-27}$	$\frac{1,2}{1-09}$	$\frac{1,1}{1-00}$	$\frac{1}{0-91}$	$\frac{0,95}{0-86,5}$	$\frac{0,92}{0-83,7}$	1
БДТ-3		$\frac{1,2}{1-09}$	$\frac{0,98}{0-89,2}$	$\frac{0,95}{0-86,5}$	$\frac{0,92}{0-83,7}$	$\frac{0,89}{0-81}$	$\frac{0,87}{0-79,2}$	2
		а	б	в	г	д	е	№

Примечание. Нормами и расценками предусмотрено дискование минеральных грунтов в один след. При нескольких проходах агрегата  $H_{пр}$  и Расц. увеличивать пропорционально количеству проходов.

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Список рекомендуемой литературы.....	3
1. Исходные данные.....	4
2. Характеристика условий строительства плотины.....	5
3. Состав рабочих операций.....	5
4. Объемы работ.....	7
4.1. Определение профильных объемов тела плотины.....	7
4.2. Определение размеров карьера.....	12
5. Выбор машин для разработки и транспортирования грунта.....	14
6. Нормирование работ при строительстве грунтовых плотин.....	16
7. Техничко-экономическое обоснование марок машин для разработки и транспортирования грунта.....	21
8. Технология производства работ.....	23
8.1. Вынос проекта в натуру.....	24
8.2. Вскрыша карьера.....	24
8.3. Вскрыша основания плотины.....	27
8.4. Рыхление и уплотнение основания плотины.....	28
8.5. Разработка грунта в карьере и транспортирование его в насыпь.....	29
8.6. Укладка грунта в тело плотины.....	32
8.6.1. Деление плотины на ярусы и карты укладки.....	32
8.6.2. Отсыпка грунта на карты укладки.....	36
8.6.3. Послойное разравнивание грунта.....	38
8.6.4. Довлажнение грунта на карте.....	38
8.6.5. Уплотнение грунта.....	39
8.7. Благоустройство откосов плотины.....	40
8.7.1. Верховой откос.....	40
8.7.2. Низовой откос.....	42
9. Технологическая нормаль.....	43
10. Графическая часть.....	44
11. Заключение.....	44
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	45
Приложение 1. Значения максимальной плотности грунтов и их оптимальной влажности.....	45
Приложение 2. Технологические параметры бульдозеров.....	45
Приложение 3. Технологические параметры навесных рыхлителей для рыхления мерзлых грунтов.....	45
Приложение 4. § В12-2-17. Вспашка мелиорируемых земель плугами.....	46
Приложение 5. Технические параметры катков.....	47
Приложение 6. Технические характеристики экскаваторов с гидроприводом.....	47
Приложение 7. Расчетные скорости движения автосамосвалов при транспортировании грунта.....	50
Приложение 8. Ориентировочное число проходов грунтоуплотняющих машин для получения проектной плотности грунтов в насыпях при оптимальной влажности.....	50
Приложение 9. Вместимость ковшей одноковшовых экскаваторов.....	50
Приложение 10. § Е2-1-7. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами-драглайн.....	51

Приложение 11. § E2-1-8. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами, оборудованными прямой лопатой.....	52
Приложение 12. § E2-1-9. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей гидравлическими одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой.....	53
Приложение 13. Транспортирование трейлера с грузом и без груза трактором К-701.....	54
Приложение 14. § РД 33-3. Разработка грунта при устройстве выемок и насыпей одноковшовыми экскаваторами.....	54
Приложение 15. § РД 33-90. Линейные нормы расхода дизельного топлива для автомобилей-автосамосвалов.....	55
Приложение 16. Простой трактора К-701 при погрузке и разгрузке машин...	55
Приложение 17. Часовые нормы расхода топлива.....	55
Приложение 18. § E2-1-22. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами.....	55
Приложение 19. § РД 33-15. Разработка и перемещение нескального грунта бульдозерами.....	56
Приложение 20. § В12-1-21. Послойное увлажнение грунта поливочной машиной ПМ-10.....	56
Приложение 21. § В12-1-19. Уплотнение грунта прицепными и полуприцепными катками.....	57
Приложение 22. § E2-1-29. Уплотнение грунта прицепными катками.....	58
Приложение 23. § E2-1-31. Уплотнение грунта самоходными катками.....	59
Приложение 24. § РД 33-35. Уплотнение грунта прицепными и самоходными катками.....	60
Приложение 25. § В12-3-22. Крепление откосов дамбы железобетонными плитами.....	61
Приложение 26. Нормы расхода материалов при строительстве ГТС.....	61
Приложение 27. § В12-4-13. Крепление откосов каналов гидropосевом многолетних трав гидросеялкой МК-14-1 на тракторе ДТ-75Б.....	62
Приложение 28. § РД 33-80. Крепление откосов каналов гидropосевом многолетних трав гидросеялкой МК-14-1.....	62
Приложение 29. Сметная стоимость 1 машино-часа эксплуатации строительных машин.....	62
Приложение 30. § E2-1-1. Рыхление немерзлого грунта бульдозерами-рыхлителями.....	63
§ РД 33-34. Рыхление грунта после устройства закрытого дренажа.....	64
Приложение 31. § РД 33-55. Вспашка мелиорируемых земель.....	64
Приложение 32. § РД 33-56. Дискование вспаханных земель.....	65
Приложение 33. § В12-2-20. Дискование мелиорируемых земель боронами..	65