

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Тольяттинский государственный университет  
Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Промышленное, гражданское строительство  
и городское хозяйство»

А.А. Руденко, Н.В. Маслова, А.В. Крамаренко

# ПРОИЗВОДСТВО ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Электронное учебно-методическое пособие

ВНИМАНИЕ!



ВЕДУТСЯ  
ЗЕМЛЯНЫЕ  
РАБОТЫ



ISBN 978-5-8259-1401-5

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2019

УДК 69.05(075.8)

ББК 38.623я73

Рецензенты:

канд. техн. наук, директор ООО «АДИС» *М.В. Безруков*;  
канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное, гражданское  
строительство и городское хозяйство» Тольяттинского  
государственного университета *Л.М. Борозенец*.

Руденко, А.А. Производство земляных работ : электронное учебно-методическое пособие / А.А. Руденко, Н.В. Маслова, А.В. Крамаренко. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2019. – 1 оптический диск.

В учебно-методическом пособии изложены теоретические и организационные вопросы по технологии производства земляных работ при устройстве котлованов под фундаменты зданий и сооружений, выбору и технико-экономическому обоснованию машин и механизмов, календарному планированию.


Предназначено для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» очной и заочной форм обучения. Может быть использовано при подготовке к практическим занятиям, а также выполнении курсового проекта и выпускной квалификационной работы.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; CD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

© ФГБОУ ВО «Тольяттинский  
государственный университет», 2019



Редактор *Т.Д. Савенкова*  
Технический редактор *Н.П. Крюкова*  
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*  
Художественное оформление,  
компьютерное проектирование: *И.В. Карасев, Г.В. Карасева*

Дата подписания к использованию 19.11.2018.  
Объем издания 42 Мб.  
Комплектация издания: компакт-диск, первичная упаковка.  
Заказ № 1-52-17.

Издательство Тольяттинского государственного университета  
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14,  
тел. 8 (8482) 53-91-47, [www.tltsu.ru](http://www.tltsu.ru)

## Содержание

ВВЕДЕНИЕ .....	6
1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, СОДЕРЖАНИЕ, ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ИЛИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ .....	7
2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ .....	11
3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ .....	14
3.1. Устройство нагорной канавы .....	19
3.2. Срезка растительного слоя грунта и его перемещение .....	20
3.3. Отрывка котлована под фундамент .....	21
3.4. Устройство спусков в котлован .....	22
3.5. Производство работ по водопонижению .....	23
3.6. Обратная засыпка пазух земель .....	30
3.7. Инженерное обеспечение участка строительства .....	33
3.8. Техничко-экономическое обоснование вариантов подобранной техники для выполнения земляных работ .....	36
4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ .....	49
5. ПОТРЕБНОСТЬ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ .....	55
6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ .....	59
7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ .....	63
7.1. Определение затрат труда и машинного времени .....	65
7.2. График производства работ .....	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	70
СПИСОК СТАНДАРТОВ .....	71
Приложение А .....	73
Приложение Б .....	74
Приложение В .....	77
Приложение Г .....	78

Приложение Д .....	101
Приложение Е .....	105
Приложение Ж .....	117
Приложение И .....	119
Приложение К .....	124
Приложение Л .....	125
Приложение М .....	128
Приложение Н .....	129
Приложение П .....	130
Приложение Р .....	131
Приложение С .....	133

## ВВЕДЕНИЕ

В промышленном и гражданском строительстве разработку грунта ведут с целью подготовки оснований под фундаменты зданий и сооружений, изменения природного рельефа местности, устройства земляного полотна временных дорог, устройства подземных выемок, закрытых с поверхности земли, и др. Результатами переработки грунта являются различного вида земляные сооружения, представляющие собой выемки, насыпи, подземные выработки, обратные засыпки.

Основными процессами переработки грунта, в результате которых создаются сооружения проектных параметров, являются разработка грунта, его перемещение и укладка. Непосредственному выполнению этих процессов в ряде случаев предшествуют или сопутствуют подготовительные и вспомогательные процессы. Подготовительные процессы осуществляют до начала разработки грунта, а вспомогательные — до или в процессе возведения земляных сооружений. Весь этот комплекс процессов называют земляными работами.

Земляные работы относятся к массовым, наиболее тяжелым и трудоемким видам строительных работ. Переработку грунта ведут различными методами, которые принято делить на четыре группы: механический, гидравлический, взрывной и ручной. Кроме того, в ряде случаев грунт в сочетании с основными методами либо самостоятельно перерабатывают методами вытрамбовывания и бурения.

# **1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ, СОДЕРЖАНИЕ, ТРЕБОВАНИЯ К РАЗРАБОТКЕ И ОФОРМЛЕНИЮ РАЗДЕЛОВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА ИЛИ КУРСОВОЙ РАБОТЫ**

## **Общие положения**

В курсовом проекте (работе) требуется разработать технологическую карту на производство земляных работ по устройству котлована для фундамента здания с использованием соответствующей типовой документации на выполнение отдельных видов работ, с включением схем операционного контроля качества, описанием методов производства работ, указанием трудозатрат и потребности в материалах, машинах, оснастке, потребности в средствах защиты работающих.

Технологическая карта является одним из организационно-технологических документов проекта организации строительства (ПОС) и проекта производства работ (ППР) в строительстве [1]. Для сложных объектов и строительных работ технологическая карта может быть также самостоятельным документом.

Технологическая карта содержит описание комплекса мероприятий по организации труда с наиболее эффективным использованием современных средств механизации, технологической оснастки, инструмента и приспособлений. В технологической карте указаны наиболее прогрессивные и рациональные методы по технологии строительного производства, способствующие сокращению сроков и улучшению качества работ, снижению их себестоимости. Технологическая карта содержит нормативные требования и правила безопасности, что обеспечивает не только экономное и высококачественное, но и безопасное выполнение работ.

Студенту необходимо произвести расчет объемов земляных работ, средств механизации, разработать технологию и организацию работ при устройстве котлована под фундамент многоэтажного здания, разработать технологическую карту.

При разработке курсового проекта (работы) студент осваивает следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки бакалавров «Строительство»:

– способность участвовать в проектировании и изыскании объектов профессиональной деятельности (ПК-4);

- знание требований охраны труда, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды при выполнении строительного-монтажных, ремонтных работ и работ по реконструкции строительных объектов (ПК-5);
- способность осуществлять и организовывать техническую эксплуатацию зданий, сооружений, объектов жилищно-коммунального хозяйства, обеспечивать надежность, безопасность и эффективность их работы (ПК-6);
- владение технологией, методами доводки и освоения технологических процессов строительного производства, эксплуатации, обслуживания зданий, сооружений, инженерных систем, производства строительных материалов, изделий и конструкций, машин и оборудования (ПК-8);
- способность вести подготовку документации по менеджменту качества и типовым методам контроля качества технологических процессов на производственных участках, организацию рабочих мест, способность осуществлять техническое оснащение, размещение и обслуживание технологического оборудования, осуществлять контроль соблюдения технологической дисциплины, требований охраны труда и экологической безопасности (ПК-9).

### **Содержание и требования к разработке разделов курсового проекта (работы)**

Курсовой проект (работа) состоит из пояснительной записки и 1 листа графической части. Содержание разделов пояснительной записки:

- титульный лист (по форме прил. А);
- содержание;
- задание на проектирование (прил. Б, исходные данные);
- введение;
- разделы;
- заключение;
- список использованных источников;
- приложения (если есть).

Содержание и наименование основных разделов сформировано на основании требований «Методических рекомендаций по разработке и оформлению технологической карты» (МДС 12-29.2006) [2]:



- Раздел 1. Область применения технологической карты  
Раздел 2. Технология и организация производства работ  
Раздел 3. Требования к качеству и приемке работ  
Раздел 4. Потребность в материально-технических ресурсах  
Раздел 5. Безопасность труда, пожарная и экологическая безопасность  
Раздел 6. Техничко-экономические показатели.

### **Требования к оформлению пояснительной записки и графической части**

*Расчетно-пояснительная записка* должна быть напечатана на компьютере на одной стороне белой бумаги через 1,5 интервала. Шрифт Times New Roman, кегль 14. Формат листов пояснительной записки – А4 (210×297 мм). На листах пояснительной записки оставляются поля: правое 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм, левое – 30 мм. Записку иллюстрируют таблицами и рисунками. Страницы записки следует нумеровать арабскими цифрами, соблюдая сквозную нумерацию по всему тексту записки. Номер страницы проставляется по центру снизу.

*Иллюстрации* (графики, рисунки, схемы, диаграммы) должны иметь названия и последовательную нумерацию в пределах каждого раздела арабскими цифрами. Номер иллюстрации состоит из номера раздела и ее порядкового номера. Иллюстрации должны иметь наименование и при необходимости подрисуночный текст. Номер рисунка вместе с его наименованием и подрисуночным текстом проставляется под рисунком по центру, например:

Рисунок 4.1 – Грузовая характеристика крана:  
*a* – зависимость грузоподъемности от вылета крюка; *b* – зависимость  
высоты подъема крюка от вылета крюка

Ссылки в тексте на рисунок выполняются следующим образом:  
«...грузовая характеристика крана приведена на рис. 4.1».

Оформление списка литературы – по ГОСТ 7.1-2003 [3].

*Таблицы* следует располагать в записке непосредственно после текста, в котором они упоминаются. Ссылки на таблицы в тексте обязательны, например: «...данные расчета приводятся в таблице 3.2». Допускается применять размер шрифта и интервал в таблице меньший, чем в основном тексте (например, шрифт 12, интервал 1).

Таблицы должны иметь название и номер. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы. Например: Таблица 2.1 – Требования к контролю качества и приемке работ. Если таблица имеет продолжение, то на следующей странице пишется: «Продолжение табл. 2.1» и таблицу продолжают строкой с названием колонок или строкой, содержащей нумерацию колонок (в этом случае аналогичную строку располагают и на первом листе таблицы после строки с названием колонок).

*Формулы* следует выделять из текста в отдельную строку, располагая по центру. Формулы набираются в редакторе формул. Пояснение значений символов и числовых коэффициентов следует приводить непосредственно под формулой в той же последовательности, в которой они даны в формуле. Формулы в записке следует нумеровать сквозной нумерацией арабскими цифрами в пределах раздела в круглых скобках по правому краю строки. Номер формулы состоит из номера раздела и номера формулы, разделенных точкой. Если одна и та же формула повторяется в тексте больше одного раза, то она больше не нумеруется. После формулы ставится запятая, и с новой строки после слова «где» идет расшифровка каждого обозначения. Расшифровке подлежат только обозначения, встречающиеся впервые. Например:

$$A = (B + C) \cdot k, \text{ м}, \quad (4.1)$$

где  $B$  – ..... ;

$C$  – ..... ;

$k$  – ..... .

Все размерности физических величин должны приводиться в системе СИ.

*Графическая часть* проекта выполняется на листе формата А1 (схема компоновки листа приведена в прил. С). Графическая часть содержит схемы, графики, таблицы, показатели. Оформление – в соответствии с правилами оформления строительных чертежей и спецификаций по ГОСТ [4; 5].

Все размеры в расчетах, на чертежах и рисунках следует принять в метрах.

Вопросы для подготовки к защите курсового проекта приведены в прил. Р, а этапы оценки проекта представлены в заключении.

## 2. ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

В данном разделе указываются, как правило, исходные данные для проектирования, характеристики участка строительства, наименование технологического процесса, типа фундамента, для которого разрабатывается данная технологическая карта на земляные работы, для каких условий предназначена технологическая карта (нового строительства или реконструкции, капитального или текущего ремонта). Сообщаются условия и особенности производства работ, требования к температуре, влажности, метеорологическим и другим показателям окружающей среды, при которых допускается производство работ.

### Привязка здания к условиям площадки застройки

Задачей на проектирование является план местности с нанесенными горизонталями (рис. 2.1) по исходным данным, приведенным в прил. Б и уточненным преподавателем.

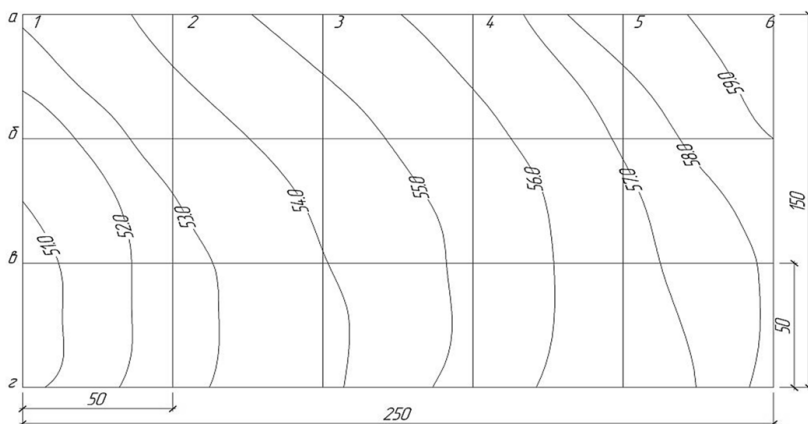


Рис. 2.1. Площадка N... для застройки (все размеры в м)

Котлован должен быть показан на строительной площадке (рис. 2.2) с учетом требований к размещению всех элементов.

По габаритным размерам здания нужно произвольно разместить его на выделенной площадке для застройки – N (см. исходные данные).

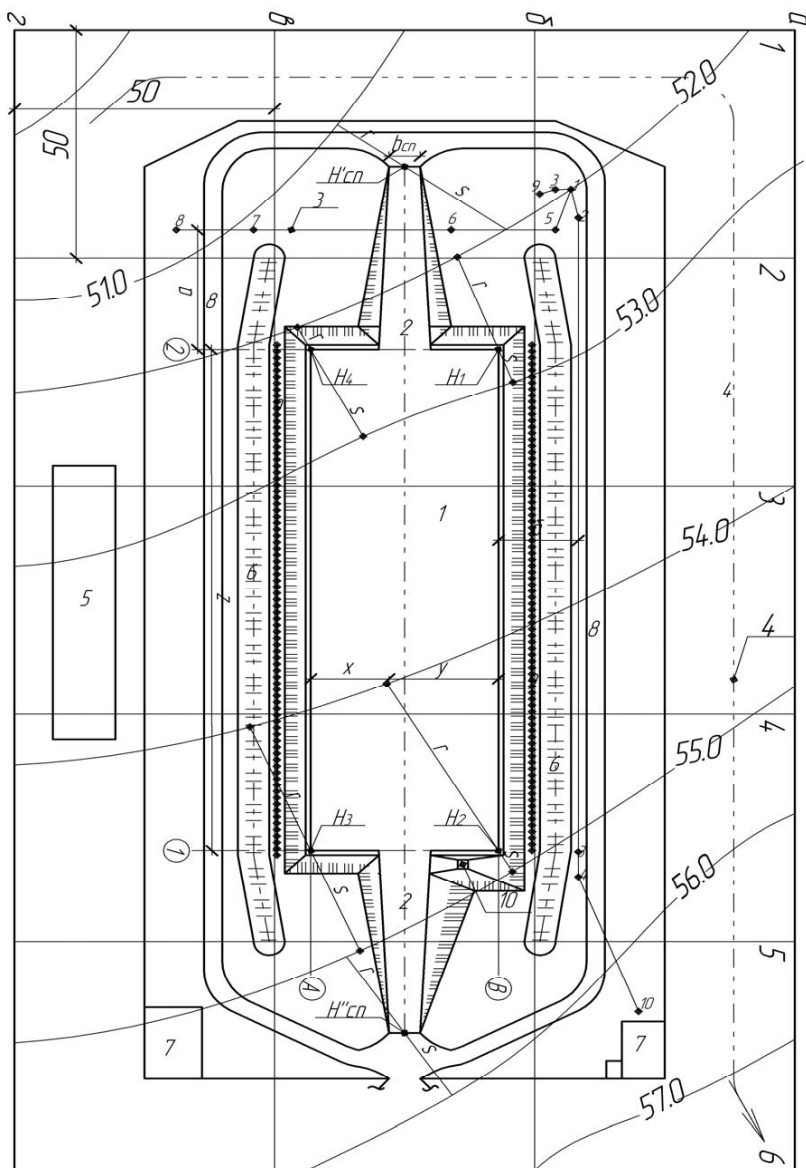


Рис. 2.2. План строительной площадки: 1 – котлован; 2 – спуск в котлован; 3 – створные знаки и реперы; 4 – нагорная канава; 5 – склад растительного грунта; 6 – кавальеры; 7 – склады и бытовки, санузлы; 8 – дорога; 9 – забор; 10 – зумпф

На плане строительной площадки (рис. 2.2) необходимо показать закрепление разбивочных осей не менее чем четырьмя створными знаками (№ 1–8), привязав к ним оси здания (оси 1, 2, А, В). Нужно определить также положение не менее двух высотных реперов (№ 9, 10). Разбивочную геодезическую основу принимают от заказчика по акту [6] с приложением схемы расположения геодезических знаков, на которой указаны абсолютные отметки двух высотных реперов. Приемку знаков осуществляют не менее чем за 10 дней до начала строительства.

До начала геодезических работ площадка должна быть освобождена заказчиком от подземных коммуникаций (в границах котлована), а также от строений и зеленых насаждений, подлежащих сносу, в минимальных пределах, обеспечивающих возможность нормального (нестесненного) ведения строительно-монтажных работ на объекте.

### 3. ТЕХНОЛОГИЯ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Раздел должен содержать описание, чертежи и расчеты по основным технологическим операциям, в том числе по определению размеров и объемов работ насыпей и выемок, подбору средств механизации, выбору способов производства работ, в том числе и вспомогательным операциям (срезки растительного грунта, вертикальной планировки, уплотнения, рыхления мерзлого грунта и т. д.).

По данным задания (прил. Б) нужно вычертить план котлована и разрез.

Автор проекта принимает решение о разработке котлована с креплениями откосов или с естественными откосами. Крепления применяют лишь в стесненных условиях строительства и в плавунных грунтах.

Для производства земляных, а в последующем и монтажных работ в котлован нужно сделать транспортные спуски шириной  $b_{\text{сп}}$  не менее 3-х метров по коротким сторонам котлована (рис. 2.2). Для возможности заезда по спуску его расширяют книзу  $b_{\text{сп}}^u$  до 7 м. Длину спуска можно приближенно принять из расчета 7 м на каждый метр глубины котлована или рассчитать его по формуле.

Временные дороги на строительной площадке принимаем по кольцевой схеме одностороннего движения транспорта. Ширину временных дорог принимаем 4 м, а радиус поворота 15 м. Минимальное расстояние от дорог до всех элементов строительной площадки назначается 1,5 м.

Грунт для обратной засыпки пазух отсыпают по периметру котлована в кавальер. Его размещают не ближе 2-х м от откоса котлована. Ширина основания кавальера составляет 5–8 м в зависимости от объема обратной засыпки. Так как на торцах котлована имеются въезды (спуски) и выезды, то кавальеры размещают вдоль них и котлована. Тогда кавальеры по длинным сторонам котлована могут иметь длину большую, чем сторона  $z$ , на 20–30 м (рис. 2.2).

В начале строительства требуется срезать почвенно-растительный слой (0,2–0,6 м в соответствии с заданием) и сформировать его в специальный склад растительного грунта площадью 500–1000 м<sup>2</sup>.

Нужно определить его местоположение. Его располагают недалеко от котлована, но склад не должен мешать производству работ (рис. 2.2).

Для защиты котлована от затопления дождевой и талой водой со стороны повышенной части рельефа отрывают нагорную канаву глубиной 1 м и шириной по низу около 1,5 м. Грунт из канавы укладывают с пониженной, по рельефу, стороны канавы. Располагают ее так, чтобы она огибала строительную площадку в пределах точек, находящихся выше поверхности котлована и спусков в него, что видно по отметкам горизонталей. Допускается использование кавальеров в качестве преград против затопления котлована поверхностными водами. В этом случае делают короткую канаву лишь с верховой его стороны (рис. 2.2).

Территория строительной площадки должна быть минимальной, но с возможностью размещения на ней объекта, складов, дорог, бытовых помещений и т. п. По ее границам возводят ограждение. Нагорная канава, склад грунта могут располагаться полностью или частично вне территории строительной площадки.

Все вышеперечисленные элементы необходимо указать, как обозначено на рис. 2.2.

Черные отметки грунта по углам здания ( $H_1; H_2; H_3; H_4$ ) вычисляют путем интерполяции между отметками ближайших от данного угла горизонталей (расстояния  $r$  и  $s$  на рис. 2.2). Эти расстояния определяют графически с помощью масштаба, а для вычисления отметок углов здания составляют пропорции. К примеру, для  $H_1$ :

$$\frac{H_{г1} - H_1}{r} = \frac{0,5}{r + s}; \quad (3.1)$$

$$H_{зд} = \frac{H_1 + H_2 + H_3 + H_4}{4}. \quad (3.2)$$

Так же вычисляют и отметки начал спусков в котлован —  $H'_{сп}$  и  $H''_{сп}$ .

Для того чтобы исключить обрушение стенок или откоса котлована (траншеи), необходимо установить наибольший угол откоса  $\alpha$  (табл. 3.1), при котором грунт находится в состоянии предельного равновесия.

Таблица 3.1

Наибольшая допустимая крутизна откосов в грунтах  
естественной влажности по СП [7]

Вид грунта	При глубине выемок, м								
	до 1,5 м			от 1,5 до 3			от 3 до 5		
	$1 : m$	$\alpha$	$m$	$1 : m$	$\alpha$	$m$	$1 : m$	$\alpha$	$m$
Песчаный и гравелистый влажный	1 : 0,5	63°	0,5	1 : 1	45°	1,0	1 : 1	45°	1,0
Супесь	1 : 0,25	76°	0,25	1 : 0,67	56°	0,67	1 : 0,85	50°	0,85
Суглинок	1 : 0	90°	0	1 : 0,5	63°	0,5	1 : 0,75	53°	0,75
Глина	1 : 0	90°	0	1 : 0,25	76°	0,25	1 : 0,5	63°	0,5
Лёссы и лёссовидные	1 : 0	90°	0	1 : 0,5	63°	0,5	1 : 0,5	63°	0,5
Насыпной и неуплотненный	1 : 0,67	56°	0,67	1 : 1	45°	1,0	1 : 1,25	38°	1,25

В каждом конкретном случае крутизна стенок котлована или траншеи зависит от глубины выемки  $H$  и вида грунта. На практике крутизну откоса обозначают величиной  $m$ , называемой коэффициентом крутизны откоса.

Коэффициент откоса соответствует отношению высоты откоса  $H$  к его проекции на горизонтальную плоскость — заложению откоса  $a$  (рис. 3.1).

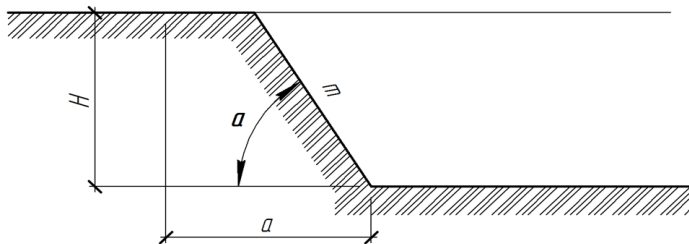


Рис. 3.1. Поперечный разрез траншеи для определения величины заложения откоса



Наибольшую крутизну откосов траншей и котлованов, устраиваемых без креплений, следует принимать в соответствии с прил. В СП [7] и данными табл. 3.1.

При геологическом строении площадки, выраженном напластованием из нескольких видов грунтов, крутизна откоса для всех пластов принимается по наиболее слабому грунту.

Ширина котлована по низу в уровне подошвы фундамента (низ песчаной подушки) принимается:  $\vartheta$  = ширина фундамента +  $2 \times 0,6$ , длина  $a$  = длина фундамента +  $2 \times 0,6$ . Здесь  $0,6$  – технологическое уширение основания выемки, из условия размещения в пазухе рабочих, например для устройства гидроизоляции.

Относительная усредненная отметка поверхности земли  $h_{\text{пов.з}}$  ( $\sim h_{\text{пов.к}}$ ) после снятия растительного грунта слоем  $p$

$$h_{\text{пов.к}} = h_{\text{пов.з}} - p, \quad (3.3)$$

где  $h_{\text{пов.з}}$  – отметка поверхности земли (черная отметка), м;  $p$  – толщина срезки растительного слоя грунта, м.

Усредненная глубина котлована  $H_{\text{ср.к}}$  от поверхности до отметки заложения фундамента –  $h$  (по заданию)

$$H_{\text{ср.к}} = h_{\text{пов.к}} - (-h). \quad (3.4)$$

Ширина котлована по верху

$$a_1 = a + 2mH_{\text{к}}. \quad (3.5)$$

Длина котлована по верху

$$b_1 = b + 2mH_{\text{к}}. \quad (3.6)$$

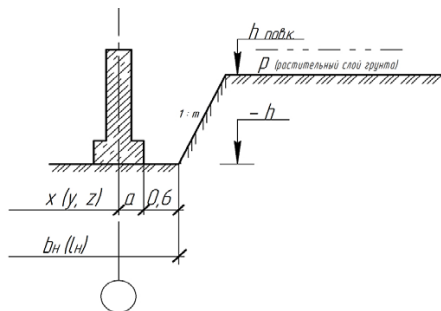


Рис. 3.2. Схема для определения размеров котлована

Для обеспечения производства строительного-монтажных работ, размещения и бытового обслуживания рабочих на строительной площадке возводятся временные здания и сооружения.

Временными зданиями и сооружениями называют объекты служебного и санитарно-бытового назначения, которыми оборудуют строительную площадку в процессе организационно-технической подготовки к строительству.

Для размещения на площадке временных зданий и сооружений, их привязки к объектам строительства следует руководствоваться следующими рекомендациями: административные здания – про-рабская, проходные, диспетчерская – располагаются у въезда на строительную площадку. Здания санитарно-бытового назначения – гардеробные, душевые, помещения для сушки одежды, для отдыха и приема пищи – размещаются вблизи зон максимальной концентрации работающих.

Временные здания и сооружения размещаются на участках, не подлежащих застройке основными объектами, с соблюдением противопожарных норм и правил техники безопасности, вне опасных зон работы грузоподъемных кранов, а также не ближе 50 м от технологических производств, выделяющих пыль, вредные пары и газы.

Расстояние между временными зданиями не менее 2-х метров.

Расстояние от туалетов до рабочих мест в наиболее удаленных частях зданий не должно превышать 100 м.

Перечень временных зданий и сооружений приведен в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Рекомендуемые помещения для временных зданий  
и сооружений на стройплощадке

№	Наименование здания	Назначение	Тип здания	Размеры здания, м
<i>Административные</i>				
1	Проходная	Охрана	Передвижной	2×3
2	Диспетчерская	Оперативное руководство	Контейнерный	9×3

№	Наименование здания	Назначение	Тип здания	Размеры здания, м
3	Прорабская	Размещение административно-технического персонала	Передвижной	9×3
<i>Складские</i>				
4	Закрытый склад	Хранение оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений	Передвижной	9×4
<i>Санитарно-бытовые</i>				
5	Бытовка	Переодевание рабочих, хранение инструмента, место отдыха бригады, звена	Передвижной	6×2,5
6	Гардеробная	Переодевание рабочих и хранение уличной одежды и спецодежды	Передвижной	10×3,2
7	Душевая	Санитарно-гигиеническое обслуживание рабочих	Передвижной	9×3
8	Туалет с умывальником	То же	Контейнерный	6×3

### 3.1. Устройство нагорной канавы

Глубину канавы  $h_{н.к}$  принимают – 1 м, ширину по низу – около 1,5 м (по ширине ковша экскаватора +0,1 м), крутизну откосов  $m = 1$ . Длину  $l_{н.к}$  определяют по масштабу (рис. 2.2). Объем грунта в нагорной канаве

$$V_{н.к} = \frac{0,5 + (0,5 + 2h_{н.к} \cdot m_{н.к})}{2} \cdot l_{н.к}. \quad (3.7)$$

Весь объем разрабатывается экскаватором навывмет. Трудозатраты по земляным работам определяют по ЕНиР 2-1 [8]. Грунты принимаются по заданию на проектирование (прил. В), а группа грунта определяется по прил. Ж.

### 3.2. Срезка растительного слоя грунта и его перемещение

Растительный слой грунта следует сохранять для дальнейшего использования. Для этого до начала основных земляных работ растительный слой грунта должен быть снят в размерах, установленных проектом, и уложен в отвалы для использования его в последующем с целью рекультивации нарушенных земель. Следовательно, территория строительной площадки до начала производства работ по планировке и отрывке котлованов или траншей должна быть подготовлена посредством срезки растительного слоя и размещения его во временные отвалы.

Объем растительного грунта,  $\text{м}^3$ , подлежащего срезке и размещению во временных отвалах, определяется по формуле

$$V_{\text{р.гр}} = F \cdot h_p, \quad (3.8)$$

где  $F$  – площадь строительного участка, подлежащего планировке,  $\text{м}^2$ ;  $h_p$  – толщина растительного слоя (0,2–0,5 м).

После выполнения планировочных работ и работ по отрывке котлованов или траншей выполняются работы по рекультивации строительной площадки растительным грунтом из близлежащих временных складов.

Для определения расстояния перемещения грунта  $L_{\text{перем}}$  находят положение центра тяжести площади склада в месте его размещения на стройплощадке. Расстояние  $L_{\text{перем}}$  от этого центра тяжести до центра тяжести площади срезки определяют по масштабу (рис. 2.2) и округляют в большую сторону до целого десятка метров. Грунт, отнесенный к 1 группе, разрабатывают и перемещают бульдозером. Трудозатраты определяют по ЕНиР 2-1 [9].

### 3.3. Отрывка котлована под фундамент

Наиболее распространенным является определение объема котлована с постоянными по всему периметру откосами.

Подсчет объемов земляных масс по котловану прямоугольной формы выполняется по формуле

$$V_{\text{котл}} = \frac{H_{\text{ср.к}}}{6} [ab + a_1b_1 + (a + a_1) \cdot (b + b_1)], \text{ м}^3, \quad (3.9)$$

где  $H_{\text{ср.к}}$  — усредненная глубина котлована, м;  $a$  — ширина котлована в основании, м;  $b$  — длина котлована в основании, м;  $a_1$  — ширина котлована по верху с учетом величины заложения откоса, м;  $b_1$  — длина котлована по верху с учетом величины заложения откоса, м.

Средняя глубина котлована  $H_{\text{ср.к}}$  принимается от планировочной отметки  $H_0$  строительной площадки. Подсчет объемов работ по котловану, имеющему в плане сложное очертание, производится путем разбивки на простые геометрические фигуры. Объем каждой фигуры подсчитывается отдельно, после чего находится суммарный объем по всему котловану.

В случае выполнения линейно-протяженных сооружений (траншей) объем земляных масс для участков между переломами профиля определяется по формуле Ф.Ф. Мурзо:

$$V_{\text{тр}} = \left[ F_{\text{ср}} + \frac{m \cdot (h_1 - h_2)^2}{l} \right] \cdot l, \text{ м}^3, \quad (3.10)$$

где  $F_{\text{ср}}$  — средняя площадь сечения траншеи, находящаяся между поперечными профилями, м<sup>2</sup>;  $m$  — коэффициент крутизны откоса (табл. 3.1);  $h_1$  и  $h_2$  — рабочие отметки по оси профиля траншеи, м;  $l$  — расстояние между профилями, м.

При отсутствии переломов вдоль небольшой траншеи и постоянстве поперечного профиля чаще всего пользуются упрощенной формулой

$$V_{\text{тр}} = F_{\text{ср}} \cdot l, \text{ м}^3, \quad (3.11)$$

где  $F_{\text{ср}}$  — средняя площадь поперечного сечения траншеи, м<sup>2</sup>;  $l$  — длина рассматриваемого участка траншеи, м.

Объем работ по разработке котлована или траншеи должен быть уменьшен на величину объема растительного слоя  $V = V_{\text{котл (тр)}} - V_{\text{р.п}}$ , м<sup>3</sup>.

### 3.4. Устройство спусков в котлован

При разработке котлованов экскаватором неизбежны бросовые работы по устройству пандуса (въездных траншей) — временных дорог для съезда-выезда машин и механизмов. Уклон въездной траншеи для спуска принимают крутизной  $\varphi = 10\text{--}15^\circ$ , ширина 3,5–4,0 м при одностороннем движении и 7–8 м при двустороннем. Ширина обочин въездных траншей должна составлять 0,5 м (рис. 3.3).

Объем работ по устройству въездных траншей может быть рассчитан с достаточной для практических целей точностью по формуле

$$V_{\text{в.тр}} = l_{\text{т}} \cdot H_{\text{к}} \cdot \left( \frac{b_{\text{сн}}}{2} + \frac{m}{3} \cdot H_{\text{к}} \right), \text{ м}^3, \quad (3.12)$$

где  $l_{\text{т}}$  — длина въездной траншеи, м;  $H_{\text{к}}$  — глубина котлована, м;  $b_{\text{сн}}$  — ширина въездной траншеи с учетом обочин, м;  $m$  — коэффициент крутизны откоса.

Длина въездной траншеи определяется из расчета глубины выемки по формуле

$$L_{\text{в.тр}} = \frac{H_{\text{к}}}{i}, \quad (3.13)$$

где  $i$  — уклон для въездной траншеи, равный 0,1–0,15.

Общая ширина въездной траншеи с учетом обочин равна  $b_{\text{сн}} = 3 + 1$  (при одностороннем движении), м.

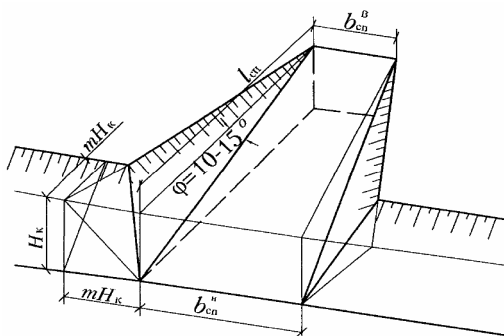


Рис. 3.3. Спуск в котлован (пандус)

Объемы работ по выемке въездной траншеи надлежит суммировать с объемом котлована и учитывать при подборе ведущего механизма.

### **3.5. Производство работ по водопонижению**

При наличии высокого уровня грунтовых вод до начала работ по разработке котлована необходимо выбрать способ и средства водопонижения. В соответствии с СП [7] для защиты котлованов и траншей от подземных вод применяются различные способы, к которым относятся скважинный водозабор, иглофильтровый способ, дренажи, лучевой водозабор и открытый водоотлив.

Иглофильтровый способ в зависимости от параметров осушаемых грунтов, требуемой глубины понижения и конструктивных особенностей оборудования подразделяется:

- на иглофильтровый способ гравитационного водопонижения, применяемый в проницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 50 м/сут, в неслоистых грунтах при понижении одной ступенью до 4–5 м (большая величина в менее проницаемых грунтах);
- иглофильтровый способ вакуумного водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при понижении одной ступенью 5–7 м; при необходимости способ с меньшей эффективностью может быть применен в грунтах с коэффициентом фильтрации до 5 м/сут;
- иглофильтровый эжекторный способ водопонижения, применяемый в малопроницаемых грунтах с коэффициентом фильтрации от 2 до 0,2 м/сут при глубине понижения уровня подземных вод до 10–12 м, а при определенном обосновании – до 20 м.

При коэффициенте фильтрации грунтов более 40 м/сут (особенно при большой толщине водоносного слоя и длительных сроках откачки) часто оказывается целесообразным применять откачку артезианскими насосами из скважин большого диаметра.

В целом выбор оборудования для грунтового водоотлива определяется многими факторами. Для выбора способа водопонижения могут быть использованы данные табл. 3.3.

Выбор способов водопонижения

Характеристика грунта	Коэффициент фильтрации $k_f$ , м/сут	Рекомендуемые способы водопонижения при глубине понижения уровня грунтовых вод, м	
		до 4–5	до 18–20
Глина	менее 0,005	Электроосушение	
Суглинок	0,005–0,4	Легкие одноярусные иглофильтровые установки	Многоярусные иглофильтровые установки или эжекторные иглофильтры
Супеси	0,2–0,7		
Песок: мелкозернистый мелкий средний	1,2–2,0	Одноярусные иглофильтровые установки	Многоярусные иглофильтровые установки или эжекторные иглофильтры
	2,0–10,0		
крупный гравелистый	10,5–25,0	Буровые скважины с центробежными насосами	
	25,0–75,0 50–100		
Гравий: с песком чистый	75–150 100–200	Поверхностный водоотлив	Буровые скважины с погружными насосами

Ожидаемый приток воды в котлован определяется по формуле

$$Q = q \cdot F, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.14)$$

где  $q$  – ожидаемый приток воды ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) с  $1 \text{ м}^2$  площади дна котлована, принимаемый для приближенных расчетов:

- при мелкозернистых песках – от 0,03 до 0,1  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
  - при среднезернистых песках – от 0,08 до 0,24  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
  - при крупнозернистых песках – от 0,2 до 0,31  $\text{м}^3/\text{ч}$ ;
- $F$  – площадь днища котлована,  $\text{м}^2$ .

Приток воды  $Q$  при отсутствии данных по удельному расходу воды с  $1 \text{ м}^2$  может быть ориентировочно принят равным объему мокрого грунта.

Объем мокрого грунта равен:

$$V_{\text{м.г}} = V_{\text{гв}} + V_{\text{вугв}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (3.15)$$



где  $V_{гв}$  — объем грунта, лежащего в пределах уровня грунтовых вод до проектной отметки дна сооружения;  $V_{вугв}$  — объем грунта, лежащего выше уровня зеркала грунтовых вод, принимаемый по данным табл. 3.4.

Если известны ожидаемый приток грунтовых вод в котлован сооружения и размеры котлована по периметру (или длина траншеи), может быть выбран один из способов водоотлива. Чаще всего применяется искусственное понижение уровня грунтовых вод легкими иглофильтровыми установками (ЛИУ-5 и ЛИУ-6), которые обеспечивают понижение уровня грунтовых вод в точках погружения иглофильтров на глубину до 6,0 м. Общая подача насосных агрегатов ЛИУ-5 равна 120 м<sup>3</sup>/ч, а ЛИУ-6 — 140 м<sup>3</sup>/ч.

Таблица 3.4

Размер слоя мокрого грунта, расположенного выше уровня зеркала грунтовых вод

Наименование грунта	Слой (м)
Пески и легкие супеси	0,3
Пески пылеватые и тяжелые супеси	0,5
Суглинки, глины и лессовые грунты	1,0

Легкие иглофильтровые установки (ЛИУ) состоят из набора стандартного оборудования, поэтому в большинстве случаев параметры установок принимают конструктивно, без фильтрационных расчетов, исходя из геологических условий (табл. 3.5) и размеров котлована.

Таблица 3.5

Данные для подбора иглофильтров

Требуемая величина понижения УГВ, м		Рекомендуемый шаг иглофильтров, м, при насосных агрегатах			Рекомендуемая длина всасывающего коллектора, м, для установок		
I яруса	II яруса	ЛИУ-5	ЛИУ-3	ЛИУ-2	ЛИУ-5	ЛИУ-3	ЛИУ-2
4,5–4,0	4,5–3,5	0,8	0,75	0,6	55	40	20
4,5–3,0	3,5–3,0	0,8–1,5	0,75	1,2	70	55	20
3,5–3,0	3,0–2,5	1,5–2,2	1,5	1,8	75	60	20

Исходя из объема грунтовых вод, необходимого уровня их понижения и представленного геологического строения подбирается тип установки и принимается технологическая схема водоотлива или водопонижения (рис. 3.4, 3.5).

Для вакуумирования скважин и водопонижения в грунтах с небольшим коэффициентом фильтрации и при близком залегании водоупора от дна котлована используются эжекторные иглофильтры (табл. 3.6).

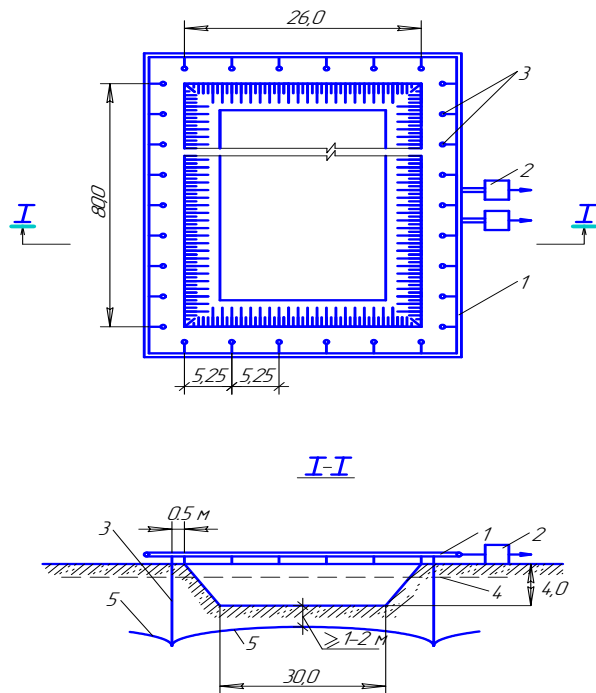


Рис. 3.4. Типовая схема осушения котлована иглофильтровой установкой типа ЛИУ-6: 1 – коллектор; 2 – насосная установка; 3 – иглофильтры; 4 – статический уровень грунтовых вод; 5 – депрессионная кривая (динамический уровень грунтовых вод)

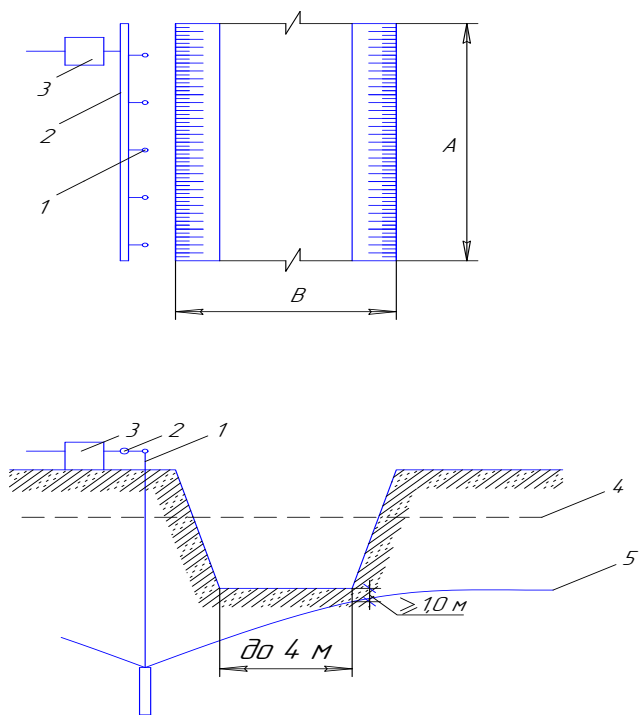


Рис. 3.5. Типовая схема осушения иглофильтровой установкой траншей:  
 1 – иглофильтр; 2 – коллектор; 3 – насос; 4 – статический уровень  
 грунтовых вод; 5 – депрессионная кривая (динамический уровень  
 грунтовых вод)

Таблица 3.6

Основные технические данные эжекторных иглофильтров ЭИ

Показатель	Марка иглофильтра	
	ЭИ-2,5	ЭИ-4
Иглофильтр: диаметр, дюйм	2,5	4
длина фильтрового звена, м	1	4–6
Эжектор иглофильтра: диаметр сопла, мм	7	12
Расход рабочей воды при напоре 0,6–1 МПа, л/с	1,2–1,6	3,6–4,6
Производительность при напоре рабочей воды 0,6–1 МПа, л/с	1–1,8	2,9–5,1

Количество насосных агрегатов назначают в зависимости от принятого типа установки и длины всасывающего коллектора, который объединяет иглофильтры, расставленные вдоль котлованов. В грунтах с  $K_{\text{ф}} > 3$  м/сут расстояние между иглофильтрами не должно превышать 0,75 м.

Открытый водоотлив применяют при разработке грунтов, обеспечивающих устойчивость откосов, а также в слабых песчаных грунтах, но с креплением откосов. Основными элементами водоотлива являются водосборная канава, зумпф, насосы и сбросной трубопровод. Приток грунтовой воды  $\alpha$ , л/ч, с 1 м<sup>2</sup> поверхности котлована, лежащего ниже УГВ, приведен в задании на курсовое проектирование.

Поступление воды в котлован, м<sup>3</sup>/ч, определяют по формулам:

$$Q_{\text{поступл}} = \frac{\alpha \cdot F_{\text{вод}}}{1000}, \quad (3.16)$$

$$F_{\text{вод}} = ab + 2 \cdot (a + b) \cdot (-h_{\text{угв}} - (-h_{\text{к}})). \quad (3.17)$$

Расчетное количество насосов

$$n_{\text{расч}} = \frac{Q_{\text{поступл}}}{Q_{\text{насос}}}, \quad (3.18)$$

где  $Q_{\text{насос}}$  – производительность насоса, м<sup>3</sup>/ч (табл. 3.7).

Таблица 3.7

Техническая характеристика насосов

Марка	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Мощность, кВт
Моноблочные центробежные насосы ГНОМ			
Гном 10-10	10	10	1,1
Гном 16-16	16	16	2,2
Гном 25-20	25	20	4
Гном 40-25	40	25	5,5
Гном 50-25	50	25	6
Гном 100-25	100	25	11
Итальянские дренажные насосы Speroni ECM DS			
Speroni ECM 75-DS	21	10	0,55
Speroni ECM 100-DS	27	11	0,75

Марка	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м	Мощность, кВт
Мотопомпы Varisco Ecomatic по водопонижению			
ECOMATIC JD 3-140	75	21	7
ECOMATIC JD 4-250	160	32	14
ECOMATIC JD 6-240	260	25	11
Самовсасывающие дизельные мотопомпы серии JD для осушения котлованов			
Varisco JD 1-110	25	25	2,6
Varisco JD 2-100	36	22	3
Varisco JD 2-180	50	40	5,5

Действительное количество насосов  $n_{\text{действ}}$  принимают с учетом необходимого резерва. При расчетном количестве насосов 1–5 и более количество резервных насосов принимают из соотношения 100, 50, 30, 25, 15 % соответственно.

Сборный трубопровод прокладывают в пониженную часть рельефа.

Зумпф (колодец) размерами в плане не менее 2×2 м отрывают за пределами внешней кромки фундаментов глубиной на 1 м ниже дна котлована (см. рис. 2.2).

Объем зумпфа:

$$V_{\text{зумп}} = 2 \cdot (m \cdot H_{\text{к}} + m + 2)(H_{\text{к}} + 1)(m + 1). \quad (3.19)$$

Объем работ по удалению воды из котлована определяют по затратам времени мотористами 4–5 разрядов, чел.-ч. При необходимости производить откачку надо непрерывно, т. е. в три смены и без выходных дней. Таким образом, ежедневно потребуется работа четырех мотористов по 8 часов (32 чел.-ч).

До начала работ по водопонижению перед разработкой грунта необходимо обследовать техническое состояние зданий и сооружений, находящихся в зоне работ, а также уточнить расположение существующих подземных коммуникаций путем отшурфовки, т. е. вскрытия в характерных точках по линии данной коммуникации.

Разработку котлована при открытом водоотливе начинают с зумпфа, в который сразу устанавливают насосы и включают их в работу.

Удаление воды прекращают после выполнения гидроизоляционных работ и засыпки пазух, а также после засыпки траншей с подземными коммуникациями.

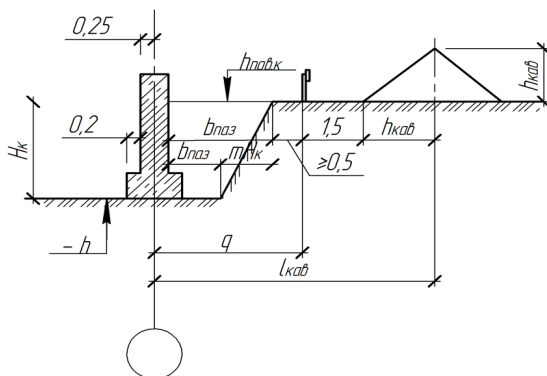
Продолжительность работ  $\Pi_{в.уд}$ , чел.-ч, по удалению воды из котлована

$$\Pi_{в.уд} = 32T, \quad (3.20)$$

где  $T$  – количество дней водоудаления (уточняют по графику производства работ) с учетом выходных и праздничных дней.

### 3.6. Обратная засыпка пазух земель

Для подсчета объема обратной засыпки нужно определить площадь поперечного сечения пазухи и умножить на суммарную длину всех сторон здания, то есть на периметр  $P_{паз}$  (рис. 3.6).



$b_{паз}$  – расстояние от фундамента до верхней кромки котлована

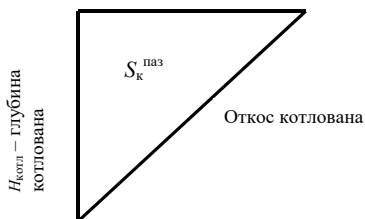


Рис. 3.6. К определению объема земли для обратной засыпки пазух

Объем грунта в пазах котлована определяется по формуле

$$V_{\text{к паз}} = S_{\text{к паз}} \cdot P_{\text{паз}}, \text{ М}^3. \quad (3.21)$$

Периметр пазух  $P_{\text{паз}}$  определяется как сумма всех 4-х сторон здания (в границах фундамента). Площадь поперечного сечения пазухи  $S_{\text{к паз}}$  определяем как площадь треугольника:

$$S_{\text{к паз}} = 1/2 H_{\text{котл}} \cdot b_{\text{паз}}, \text{ м}^2. \quad (3.22)$$

Потребуется также выполнить обратную засыпку спусков в объеме  $V_{\text{сп}}$  и зумпфа (если его сооружали) в объеме  $V_{\text{зумп}}$  [формула (3.19)].

Общий объем для засыпки пазух:

$$V_{\text{паз}} = V_{\text{к паз}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}}, \quad (3.23)$$

где  $V_{\text{зумп}}$  – объём грунта для засыпки зумпфа [формула (3.19)];  
 $V_{\text{к паз}}$  – объём грунта для засыпки пазух котлована [формула (3.21)];  
 $V_{\text{сп}}$  – объём грунта для засыпки спуска, определяется по аналогии с определением объема грунта в пазах.

Фактически грунта для обратной засыпки потребуется меньше с учетом показателя остаточного разрыхления  $K_{\text{о,р}}$  (табл. 3.8). Весь этот грунт экскаватор будет разрабатывать навывмет:

$$V^{\text{вым}} = \frac{V_{\text{паз}} \cdot 100}{100 + K_{\text{о,р}}}. \quad (3.24)$$

Тогда грунт, подлежащий вывозу на транспорте:

$$V^{\text{транс}} = V_{\text{к}} + V_{\text{сп}} + V_{\text{зумп}} - V^{\text{вым}}. \quad (3.25)$$

Общий объем разработки грунта:

$$V = V^{\text{вым}} + V^{\text{транс}}. \quad (3.26)$$

Таблица 3.8

### Коэффициент разрыхления грунта

Вид грунта	Коэффициент разрыхления	
	первоначального $K_{\text{п,р}}$	остаточного $K_{\text{о,р}}$
Песок	1,08–1,17	1,01–1,025
Супесь	1,12–1,17	1,03–1,05
Суглинок лёгкий	1,14–1,24	1,03–1,06
Суглинок тяжёлый	1,24–1,30	1,05–1,08
Глина	1,24–1,32	1,04–1,09

Вид грунта	Коэффициент разрыхления	
	первоначального $K_{п.р}$	остаточного $K_{о.р}$
Скальные грунты	1,45–1,50	1,20–1,30
Гравийно-галечные	1,16–1,20	1,05–1,08
Растительный грунт	1,20–1,25	1,03–1,04
Мергель	1,33–1,37	1,11–1,15

В этом объеме могут содержаться глинистые грунты, расположенные ниже уровня мокрых грунтов общей толщиной  $h_{\text{к}}^{\text{лип}}$ , которые в мокром виде налипают на ковш экскаватора и инструмент, что учитывают при нормировании работ.

Процент липких грунтов:

$$Л = \frac{h_{\text{к}}^{\text{лип}} \cdot 100}{H_{\text{к}}}. \quad (3.27)$$

Грунт, разрабатываемый навывет, размещают по обеим сторонам котлована в кавальерах длиной  $L_{\text{кав}} = 2z + (40-60)$  м. При этом объем разрыхленного грунта в кавальерах  $V_{\text{кав}} > V_{\text{вым}}$  с учетом показателя первоначального разрыхления  $K_{п.р}$  (табл. 3.8).

$$V_{\text{кав}} = V_{\text{вым}} \frac{100 + K_{п.р}}{100}. \quad (3.28)$$

Площадь поперечного сечения кавальера или объем грунта на 1 п. м:

$$F_{\text{кав}} = \frac{V_{\text{кав}}}{L_{\text{кав}}}. \quad (3.29)$$

Высота кавальера при крутизне его откосов 1:1 ( $m = 1$ ) равна

$$h_{\text{кав}} = \sqrt{F_{\text{кав}}}. \quad (3.30)$$

Ширина основания кавальера равна  $2h_{\text{кав}}$ .

Грунт из кавальеров в пазухи засыпают бульдозером с перемещением грунта до 15 м (расстояние должно быть округлено до 5 м) при его одновременном послыном трамбовании. Площадь трамбования равна:

$$f_{\text{трамб}} = \frac{V_{\text{вым}}}{\delta}, \quad (3.31)$$

где  $\delta$  – глубина уплотнения грунта (за 2 прохода) используемой трамбовкой.



### 3.7. Инженерное обеспечение участка строительства

К работам по инженерному обеспечению относятся закрепление разбивочных осей створными знаками, устройство высотных реперов (см. рис. 2.2), сооружение обноски. Все геодезические знаки необходимо огородить. Общая длина ограждения  $l_{\text{огр}}$  при устройстве опор (столбов) через 2 м.

Количество столбов ограждения:

$$n_{\text{огр}} = \frac{l_{\text{огр}}}{2}. \quad (3.32)$$

Обноска (рис. 3.7) необходима для контроля глубины копания котлована, а в последующем для переноса осей стен на основание, для разметки положения элементов фундаментов по осям.

Обноску длиной  $l_{\text{обн}}$  сооружают по всему периметру здания. Верхняя кромка доски обноски должна быть строго горизонтальной и параллельной осям здания. Вычисляют ее отметку  $h_{\text{обн}}$ . При наклоне рельефа местности более 1,5 м на длину (ширину) здания обноску делают с уступами так, чтобы доска над уровнем земли была в 0,3–1,8 м. Доску прикрепляют с внешней стороны к столбам, установленным через 2–3 м.

Количество столбов для обноски:

$$n_{\text{обн}} = \frac{l_{\text{обн}}}{2,5}. \quad (3.33)$$

Ямы под столбы бурят машиной на глубину 1 м. Для проезда транспорта некоторые доски с обноски можно временно снять.

Глубину копания котлована контролируют с помощью ходовой визирки 3 (рис. 3.7, а), длина которой

$$l_{\text{виз}} = h_{\text{обн}} - h_{\text{к}}. \quad (3.34)$$

Здесь значение  $h_{\text{обн}}$  и  $h_{\text{к}}$  нужно проставить со своими знаками.

Оси на обноске обозначают краской под пропилами и гвоздями, за которые закрепляют натянутые проволоки. Проволочные оси переносят на дно котлована с помощью отвесов и фиксируют кольшками, по которым устанавливают угловые и маячные (через 15–20 м по длине стены) блоки. Промежуточные блоки укладывают вдоль шнура-причалки (рис. 3.7, б).

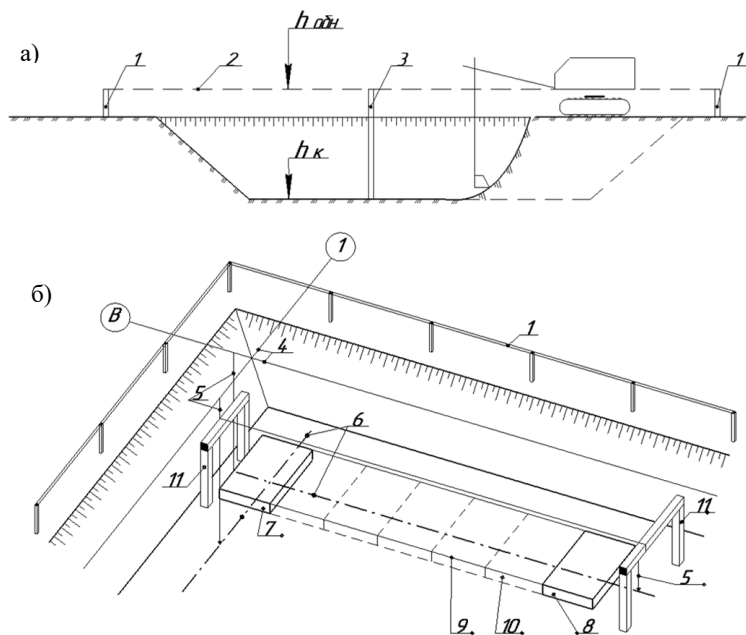


Рис. 3.7. Обноска и ее применение: *a* – для контроля глубины копания котлована; *б* – для монтажа фундаментных блоков; 1 – обноска; 2 – линия визирания; 3 – ходовая визирка; 4 – проволочные оси; 5 – отвесы; 6 – разметочные колышки; 7 – угловой блок; 8 – маячный блок; 9 – шнур-причалка; 10 – промежуточные блоки; 11 – скамейки

При большой длине здания в котловане устанавливают промежуточные звенья обноски (скамейки) через 30–40 м и переносят на них оси основной обноски с помощью теодолита.

Столбы обноски должны быть не ближе 0,5 м от бровки котлована. Поэтому до начала разработки котлована нужно сделать разметку его положения поверху. Из-за неровности рельефа верхний контур котлована не будет прямоугольником, как его нижний контур (рис. 3.8).

Местоположение точек 1, 2, 3, 4, которые на местности обозначают колышками, можно найти, вычислив расстояния  $n_1, n_2, n_3, n_4$ . Для этого нужно по ранее подсчитанным отметкам  $H_1, H_2, H_3, H_4$ , с учетом растительного грунта слоем  $p$ , определить фактические глубины котлована и аналогично  $f_2, f_3, f_4$ .

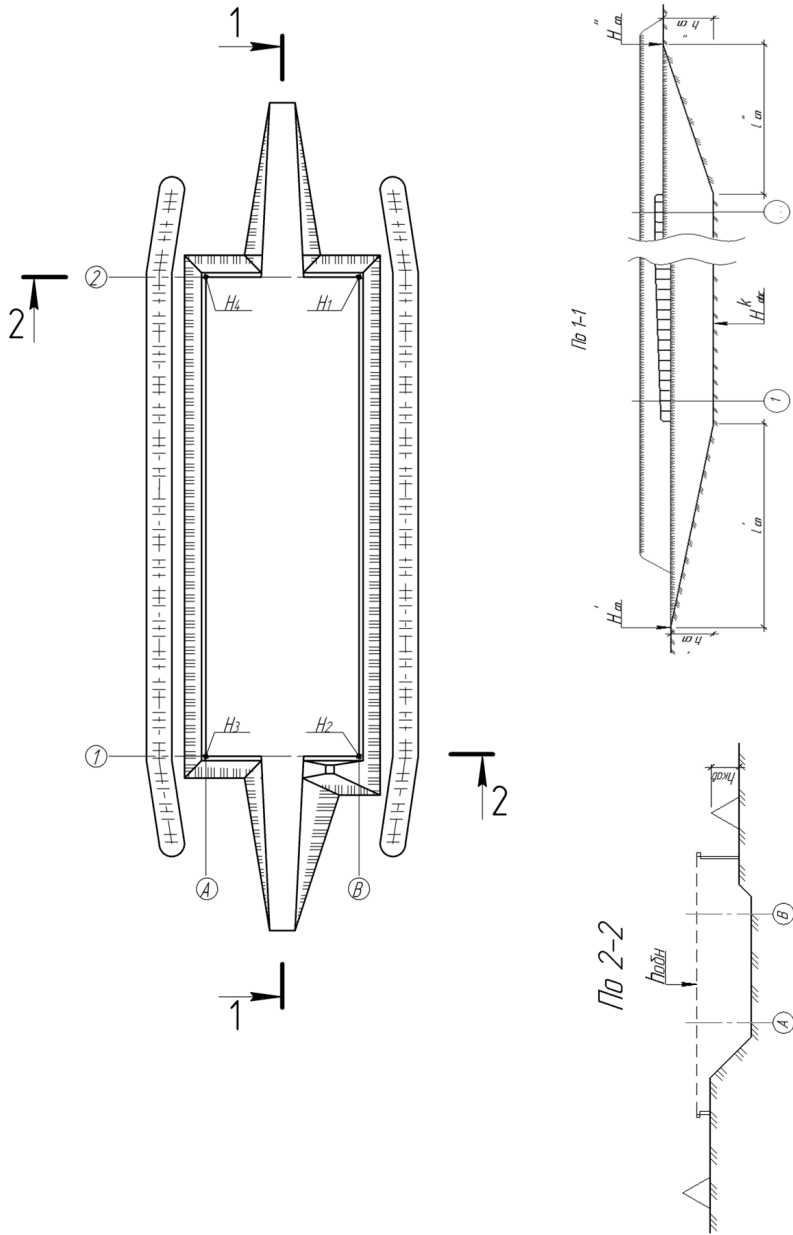


Рис. 3.8. План котлована и разбивка его контура

$$f_1 = H_1 - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}}. \quad (3.35)$$

По максимальному значению  $n$  с добавлением 0,5 м определяют положение обноски:  $n_{\text{max}} + 0,5$  м. Расстояние  $q$  от обноски (рис. 3.6) до основания откоса котлована

$$q = n_{\text{max}} - b_{\text{паз}}^{\text{н}} + 0,25. \quad (3.36)$$

Превышения начал спусков в котлован над отметкой его дна (рис. 3.8)

$$h'_{\text{сп}} = H'_{\text{сп}} - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}}; \quad h''_{\text{сп}} = H''_{\text{сп}} - p - H_{\text{абс}}^{\text{к}}. \quad (3.37)$$

Длина спусков

$$l'_{\text{сп}} = 7 \cdot h'_{\text{сп}}; \quad l''_{\text{сп}} = 7 \cdot h''_{\text{сп}}. \quad (3.38)$$

Объем грунта в спусках можно не пересчитывать.

Для проведения геодезических работ, выполняемых мастером или прорабом, привлекают рабочих 2-го разряда, в частности: для разбивки нагорной канавы, срезки и складирования растительного грунта, для разбивки контура котлована, спусков в котлован и зумпфа, для разбивки и нивелировки обноски, визирования дна котлована, контроля монтажных процессов. Общая продолжительность занятости рабочего может составлять

$$T_{\text{г}} = 50-100, \text{ чел.-ч.} \quad (3.39)$$

### **3.8. Техничко-экономическое обоснование вариантов подобранной техники для выполнения земляных работ**

Для выполнения того или иного строительного процесса средствами комплексной механизации подбирают соответствующий комплект машин. При этом машину, от которой в наибольшей степени зависит темп выполнения процесса, считают главной, ведущей. Все прочие машины в комплекте должны гармонично сочетаться с ведущей по техническим параметрам, по способности работать в тех же условиях с максимальной производительностью. В процессах по разработке грунта ведущими машинами считаются экскаваторы, скреперы и другие, а сопутствующими являются автосамосвалы, рыхлители, уплотнители и т. п.

Ведущая машина для имеющихся условий должна обеспечивать выполнение максимального объема работы с одной стоянки, так как на ее передвижение непроизводительно затрачивается время. По этому признаку лучше использовать большие, мощные машины. Однако эти машины требуют больших эксплуатационных затрат. Нужно искать оптимальный вариант из нескольких путем сравнения их технико-экономических показателей.

Ведущими машинами для разработки грунта в котлованах являются экскаваторы с обратной лопатой, экскаваторы с прямой лопатой, драглайн и реже скреперы. Ковши экскаваторов, снабженные зубьями, применяют при разработке, например, плотных глин с примесью щебня или гравия, а ковши со сплошной режущей кромкой — при разработке более мягких грунтов.

Тот или иной экскаватор подбирают в зависимости от размеров котлована, вида грунтов, разработки грунта навывет или с погрузкой грунта в транспортные средства, от усредненной себестоимости машино-смены, трудоемкости обслуживания машин. Их марки и технические параметры приведены в прил. Л.

К техническим параметрам экскаваторов относятся: вместимость ковша  $e_3$ , его тип, радиус копания  $R_k$ , глубина копания  $H_{\text{коп}}$ , радиус выгрузки  $R_b$ , высота выгрузки  $H_b$ . Для снижения интенсивности износа рабочих органов машин приведенные численные значения параметров (кроме  $e_3$ ) принимают с коэффициентом  $\kappa = 0,9$ , т. е. при проектировании габаритов забоев (проходок) экскаваторов, схем их рабочих передвижек пользуются оптимальными значениями  $R_k^\circ$ ,  $H_{\text{коп}}^\circ$ ,  $R_b^\circ$ ,  $H_b^\circ$ . Длину передвижек экскаватора  $l_{\text{п}}$  принимают без коэффициента 0,9.

Высоту выгрузки и вместимость ковша экскаватора взаимосвязывают с погрузочной высотой и грузоподъемностью (вместимостью кузова) автосамосвала, подобранного по своим техническим параметрам (прил. М). К техническим параметрам, в частности, относятся: погрузочная высота  $h_{\text{транс}}$ , габариты колесной базы  $\sigma_{\text{транс}}$ , вместимость кузова  $e_{\text{транс}}$ .

На основании вышеуказанных параметров и геометрии предстоящей разработки котлована можно приближенно определить габариты (объем) первой проходки экскаватора и выбрать его марку, исходя из минимальных и оптимальных значений параметров (рис. 3.9, 3.10).

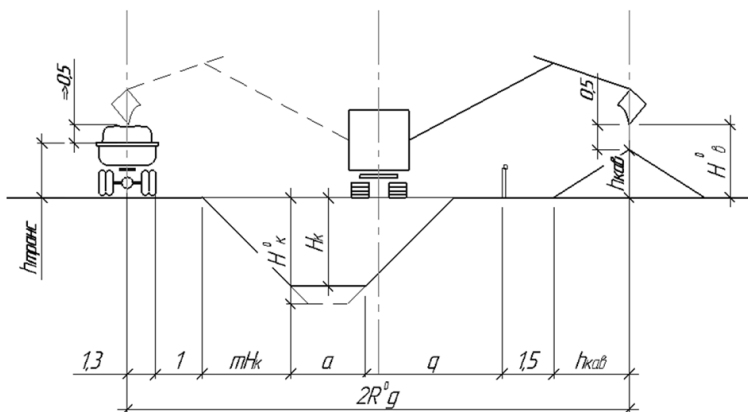


Рис. 3.9. Схема выбора марки экскаватора по его минимальным параметрам

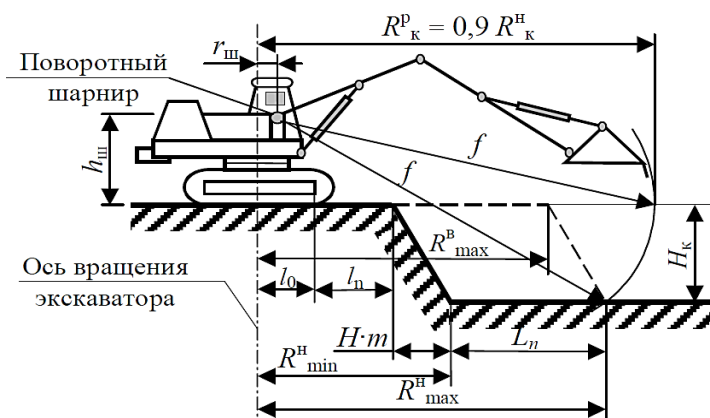


Рис. 3.10. Технические параметры экскаватора

Для эффективной работы экскаватора и самосвалов необходимо обеспечить возможность отсыпки кавальера в требуемом объеме грунтом из первой проходки, иначе придется досыпать его грунтом, подвозимым самосвалами. Следовательно, объем грунта в первой проходке должен быть не меньше объема грунта в кавальере в состоянии его естественной плотности.

Площадь поперечного сечения проходки

$$F_{\text{пр}} \geq \frac{V^{\text{ввм}}}{L_{\text{ков}}}. \quad (3.40)$$

Как видно из рис. 3.9

$$F_{\text{пр}} = \frac{a + a + 2 \cdot m \cdot H_{\kappa}}{2} H_{\kappa}; \quad (3.41)$$

$$a \geq \frac{V^{\text{ввм}}}{L_{\text{кав}} \cdot H_{\kappa}} - m \cdot H_{\kappa}. \quad (3.42)$$

Тогда при отрицательном значении  $a$  его можно приравнять к нулю.

Требуемая оптимальная величина радиуса выгрузки экскаватора по ранее принятым обозначениям

$$R_{\text{в}}^0 = 1,9 + \frac{V^{\text{ввм}}}{2L_{\text{кав}}H_{\kappa}} + 0,5(q + h_{\text{кав}}). \quad (3.43)$$

Требуемая глубина копания  $H_{\kappa}^0$  равна глубине котлована с учетом рельефа местности, т. е. наибольшей величине из значений  $f_1, f_2, f_3, f_4$ , или

$$H_{\text{коп}}^0 = f_{\text{max}}; \quad H_{\text{коп}}^0 = \frac{H_{\text{коп}}^0}{0,9}. \quad (3.44)$$

Требуемая высота выгрузки

$$H_{\text{в}}^0 = h_{\text{кав}} + 0,5. \quad (3.45)$$

По наибольшему из этих значений

$$H_{\text{в}} = \frac{H_{\text{в}}^0}{0,9}. \quad (3.46)$$

Радиус копания

$$R_{\kappa}^{\text{п}} = 0,9R_{\kappa}, \quad (3.47)$$

где 0,9 – коэффициент использования технических характеристик экскаватора.

Определение шага перемещения экскаватора выполняется расчетом максимальных и минимальных радиусов копания по верху и по низу котлована (рис. 3.10), являющихся техническими характеристиками экскаватора в зависимости от его марки.

Условие оптимальности выбора экскаватора выполняется, если

$$L_n \geq L_{n \text{ min}}. \quad (3.48)$$

Проверка правильности выбора экскаватора по соответствию глубины котлована и вместимости ковша  $q$  проводится по формуле

$$H_k \geq 3\sqrt[3]{q}. \quad (3.49)$$

При невыполнении условий (3.48) и (3.49) необходимо повторить расчет для экскаватора другой марки.

При проектировании схем отрывки котлована следует учитывать следующие варианты:

- весь грунт выгружается на автотранспорт;
- весь грунт выгружается в кавальеры, расположенные по разные стороны от котлована;
- производится двусторонняя выгрузка грунта в автотранспорт и в кавальер (возможен вариант зигзагообразного движения экскаватора).

Возможны следующие схемы расположения кавальеров:

- вне котлована (траншей) вдоль буквенных осей;
- вне котлована (траншей) по всему периметру с устройством необходимых проездов для транспорта;
- между траншеями.

Если параметры экскаватора не позволяют производить выгрузку грунта в кавальер, то необходимо сдвигать ось проходки в сторону кавальера либо применять бульдозер для дополнительного перемещения грунта.

По требуемым параметрам нужно подобрать типы и марки экскаватора (прил. Л) при минимальной вместимости их ковшей с зубьями или с режущей кромкой (в зависимости от вида грунтов).

Выбрав экскаваторы с минимальными параметрами, нужно подобрать экскаваторы марок большей мощности (вместимости ковша), после чего необходимо провести техническое сравнение всех выбранных вариантов (табл. 3.9).

На экономические показатели разработки грунта в котловане тем или иным экскаватором влияют типы автосамосвалов (прил. М), обслуживающих экскаватор, и потребное их количество.



Таблица 3.9

## Выбор экскаватора по требуемым параметрам

Наименование	Марка	Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	Радиус выгрузки		Радиус копания		Глубина копания		Высота выгрузки	
			$R_v$	$R_v^0$	$R_k$	$R_k^0$	$H_k$	$H_k^0$	$H_v$	$H_v^0$
Требуется										
Драглайн										
С обратной лопатой										

Количество автосамосвалов вычисляют по формуле

$$N = \frac{T_{ц}}{t_n} \mu, \quad (3.50)$$

где  $T_{ц}$  – время на один цикл оборота автомобиля, мин;  $t_n$  – время на погрузку одного автомобиля, мин;  $\mu$  – коэффициент, учитывающий одновременную работу экскаватора навывет и с погрузкой в транспортное средство. Допускается принять для экскаватора с обратной лопатой и драглайн  $\mu = 0,58$ , а с прямой лопатой  $\mu = 0,6$ ;

$$T_{ц} = t_n + t_p + \frac{2L}{V_{ср}} \cdot 60 + t_m, \quad (3.51)$$

где  $t_p$  – время на разгрузку (принимают 1–2 мин);  $L$  – расстояние перевозки грунта (по заданию), км;  $V_{ср}$  – средняя скорость движения данного автомобиля (прил. М), км/ч;  $t_m$  – время на маневрирование (принимают 2–3 мин).

Время, затрачиваемое на погрузку в автомобиль, зависит от вместимости его кузова  $e_{\text{транс}}$  (прил. М) и производительности экскаватора. Производительность экскаватора можно подсчитать на основе Единых норм и расценок. ЕНиР состоят из сборников (по номерам) на все виды строительных работ. Некоторые сборники имеют несколько выпусков. Конкретная работа нормируется в параграфах сборников. Взяв ту или иную норму, следует указать ее адрес, т. е. сослаться на параграф и его элементы.

Так как экскаватор при разработке котлована будет работать одновременно навывет для отсыпки грунта объемом  $V^{\text{вым}}$  в кавальеры

и на транспорт  $V_{\text{тран}}^{\text{с}}$ , то необходимо определить усредненную норму пропорционально объемам  $V_{\text{вы}}^{\text{м}}$  и  $V_{\text{тран}}^{\text{с}}$ .

$$H_{\text{вр}}^{\text{усред}} = \frac{V_{\text{вы}}^{\text{м}} \cdot H_{\text{вр}}^{\text{вы}}^{\text{м}} + V_{\text{тран}}^{\text{с}} \cdot H_{\text{вр}}^{\text{тран}}^{\text{с}}}{V_{\text{вы}}^{\text{м}} + V_{\text{тран}}^{\text{с}}}, \quad (3.52)$$

где  $H_{\text{вр}}^{\text{вы}}^{\text{м}}$  и  $H_{\text{вр}}^{\text{тран}}^{\text{с}}$  для выбранных марок экскаваторов нужно взять из соответствующего параграфа ЕНиР.

Производительность экскаватора за минуту при погрузке на транспорт равна

$$\Pi_{\text{тран}}^{\text{с}} = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{тран}}^{\text{с}} \cdot 60}{100}, \text{ м}^3/\text{МИН}, \quad (3.53)$$

тогда

$$t_{\text{п}} = \frac{e_{\text{тран}}^{\text{с}}}{\Pi_{\text{тран}}^{\text{с}}}, \text{ МИН}. \quad (3.54)$$

Коэффициент  $\mu$ , мин

$$\mu = \frac{K}{\frac{V_{\text{вы}}^{\text{м}}}{V_{\text{тран}}^{\text{с}}} + k}, \quad (3.55)$$

где  $k = \frac{H_{\text{вр}}^{\text{вы}}^{\text{м}}}{H_{\text{вр}}^{\text{тран}}^{\text{с}}}$ .

Полученное значение количества автосамосвалов  $N$  нужно округлить до целого числа. По результатам расчета строится график вывоза грунта (рис. 3.11).

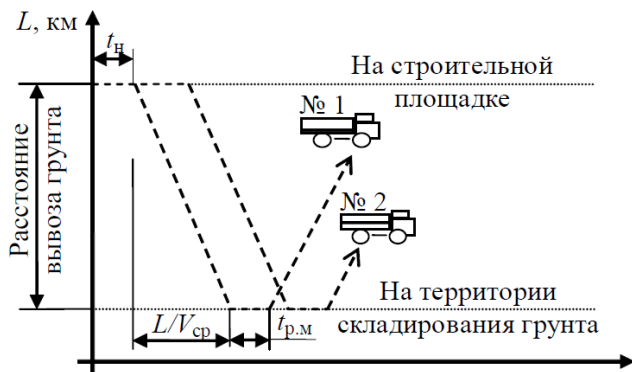


Рис. 3.11. График вывоза грунта

Количество автомобилей, полученное в результате расчета, может корректироваться графическим методом. График необходимо привести в пояснительной записке.

Расчеты по подбору автосамосвалов рекомендуется свести в табл. 3.10.

Таблица 3.10

Определение потребного количества автосамосвалов под экскаваторы разных типов при разработке котлована на транспорт  $V^{\text{транс}}$  и навывет  $V^{\text{вым}}$

Показатели	Расчетные данные			
	1	2	3	4
Вариант				
Экскаваторы	драглайн		с обратной лопатой	
Марка экскаватора (прил. Л)				
Вместимость его ковша, м <sup>3</sup>				
Марка автосамосвала (прил. М)				
Вместимость его кузова, м <sup>3</sup>				
Параграф ЕНиР для норм времени:				
$H_{\text{вр}}^{\text{транс}}$ , маш.-ч				
$H_{\text{вр}}^{\text{вым}}$ , маш.-ч				
$H_{\text{вр}}^{\text{усредн}}$ , маш.-ч				
Производительность экскаватора на тр-т, $P_{\text{транс}}$				
Время на погрузку, $t_{\text{п}}$ , мин				
Средняя скорость автомобиля (прил. М), км/ч				
Время в пути 60 мин				
Время на разгрузку $t_{\text{р}}$ , мин				
Время на маневрирование $t_{\text{м}}$ , мин				
Продолжительность цикла $T_{\text{ц}}$ , мин				
Коэффициент $\kappa = H_{\text{вр}}^{\text{вым}}/H_{\text{вр}}^{\text{транс}}$				
Коэффициент $\mu$				
Количество потребных автосамосвалов на одну смену работы экскаватора, $N$				

Технико-экономические показатели вариантов разработки и перевозки грунта представлены в табл. 3.11.

В усредненную себестоимость одной маш.-смены экскаватора  $C_{\text{э}}$  (прил. И) и одной маш.-смены автосамосвала  $C_{\text{с}}$  (прил. М) включены расходы на зарплату за управление машиной.

Таблица 3.11

Технико-экономические показатели вариантов разработки котлована объемом  $V$ , м<sup>3</sup>, различными техническими средствами

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
	Экскаватором, оборудованным драглайн		Экскаватором, оборудованным обратной лопатой	
Марка экскаватора				
1. Количество потребных машино-смен экскаватора, $T_3 = V \cdot H_{\text{вр}}^{\text{усред}} / 100 \cdot 8$ , маш.-см.				
2. Продолжительность работ: в одну смену, $T_3$ , дней; в две смены, $T_3/2$ , дней				
3. Стоимость одной маш.-смены экскаватора, $C_3$ (прил. И), руб.				
4. Стоимость разработки котлована, $C_1 = T_3 \cdot C_3$ , руб.				
5. Количество потребных машино-смен самосвалов, $T_c = T_3 \cdot N$ , маш.-см.				
6. Стоимость одной машино-смены самосвала, $C_c$ , руб. (прил. М)				
7. Стоимость перевозки грунта, $C_2 = T_c \cdot C_c$ , руб.				
8. Стоимость работ в котловане, $C_1 + C_2$ , руб.				
9. Затраты на 1 м <sup>3</sup> грунта, $(C_1 + C_2)/V$ , руб.				
10. Трудоемкость обслуживания одной маш.-смены экскаватора, $\tau_{\text{экс}}$ (прил. Л), чел.-ч				
11. То же самосвала, $\tau_c$ (прил. М), чел.-ч				
12. Общая трудоемкость, $\tau = \tau_3 \cdot T_3 + \tau_c \cdot T_c$ , чел.-ч				
13. Трудоемкость разработки 1 м <sup>3</sup> грунта, $\tau/V$ , чел.-ч				

Показатели	Варианты			
	1	2	3	4
	Экскаватором, оборудованным драглайн		Экскаватором, оборудованным обратной лопатой	
14. Трудозатраты на весь объем, $t = \tau/8$ , чел.-смен				
15. Сменная выработка на 1 чел., $V/t$ , м <sup>3</sup>				

Сравнивая полученные результаты в разных вариантах по:

- продолжительности работ в днях (показатель № 2);
- затратам денег всего и на 1 м<sup>3</sup> грунта (показатели № 8 и № 9);
- затратам труда всего и на 1 м<sup>3</sup> грунта (показатели № 14 и № 13);
- сменной выработке на 1 чел. в м<sup>3</sup> (показатель № 15), выбирают самый выгодный вариант.

В выбранном варианте по типу экскаватора и автосамосвалов к нему нужно разработать технологическую схему копания котлована, определить размеры проходок, их количество, наметить схемы рабочих перемещений экскаватора и автосамосвалов (рис. 3.12). Выработав грунт на одной стоянке, экскаватор передвигается на новую. Расстояние между стоянками называют длиной передвижки –  $l_n$ . Длина передвижки равна разности между максимальным и минимальным радиусами копания. Она зависит от мощности экскаватора (вместимости ковша) и приведена в прил. Л.

Если есть рабочие перемещения экскаватора и его возможность разрабатывать грунт только с места стоянки, то размер  $2R_b^0$  несколько уменьшится и составит  $2l_b$  (рис. 3.12).

$$l_b = \sqrt{(R_b^0)^2 - l_n^2}. \quad (3.56)$$

Здесь  $R_b^0$  – оптимальный (с коэффициентом 0,9) радиус выгрузки экскаватора принятой марки в выбранном варианте (табл. 3.7).

Ширина первой проходки по низу

$$b_{1н} = 2l_b - 3,8 - mH_k - q - h_{кав}. \quad (3.57)$$

Ширина первой проходки по верху

$$b_{1в} = b_{1н} + 2mH_k. \quad (3.58)$$

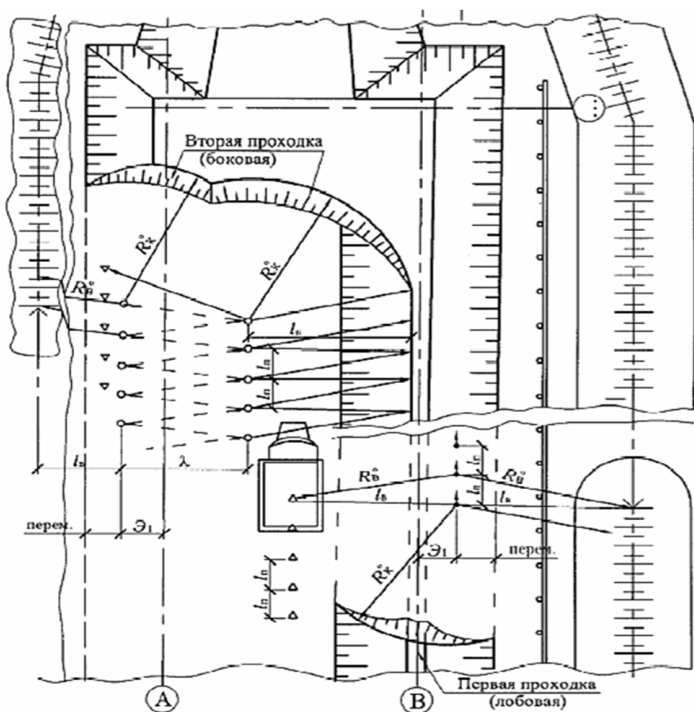


Рис. 3.12. Технологическая схема разработки котлована экскаватором драглайн или с обратной лопатой

Объем грунта в проходке

$$V_{\text{пр}} = \frac{b_{\text{н}} + b_{\text{в}}}{2} H_k \cdot 0,5 L_{\text{ка}}, \quad (3.59)$$

в том числе разрабатываемый навывет:

$$V_{\text{пр}}^{\text{ввм}} = 0,5 \cdot V_{\text{пр}}^{\text{ввм}} \quad (3.60)$$

и подлежащий вывозу на транспорте:

$$V_{\text{пр}}^{\text{тран}} = V_{\text{пр}} - V_{\text{пр}}^{\text{ввм}}. \quad (3.61)$$

Нужно определить количество автосамосвалов  $N_{\text{пр}}$ , необходимое для разработки грунта первой проходки в связи с изменением соотношения объемов грунта навывет и на транспорт, что учитывает коэффициент  $\mu$ :

$$N_{\text{пр}} = \frac{T_{\text{н}}}{t_{\text{н}}} \mu, \quad (3.62)$$

где  $k$ ,  $\mu$ ,  $T_{ц}$ ,  $t_{п}$  — ранее подсчитанные величины и включенные в табл. 3.10.

Оставшийся в котловане грунт можно разработать за одну или две проходки в зависимости от ширины котлована. При разработке грунта за одну проходку экскаватор, двигаясь прямо, делает выемку шириной

$$a = 2l_k - mH_k, \quad (3.63)$$

где  $l_k = \sqrt{(R_k^0)^2 - l_n^2}$  — расстояние от центра экскаватора до верхней бровки котлована.

При условии выгрузки грунта в кавальер экскаватор должен обслужить зону (рис. 3.12) шириной  $R_b^0$ . Это обеспечит выгрузку грунта в кавальер и в автосамосвал.

Таким образом, одна линия стоянок экскаватора из условия выгрузки в кавальер будет располагаться симметрично линии стоянок в первой проходке, а вторая линия стоянок — с удалением от основания первой проходки на величину  $l_k$  (рис. 3.12).

Объем грунта во второй проходке

$$V_{2пр} = V - V_{1пр}, \quad (3.64)$$

в том числе разрабатывается навывмет

$$V_{2пр}^{вым} = 0,5 \cdot V^{вым}, \quad (3.65)$$

вывозится на транспорте

$$V_{2пр}^{транс} = V_{2пр} - V_{2пр}^{вым}. \quad (3.66)$$

При определении количества самосвалов для второй проходки  $N_{2пр}$  (табл. 3.10) вычисляют коэффициент  $\mu_2$ :

$$\mu_2 = \frac{K}{\frac{V_{2пр}^{вым}}{V_{2пр}^{транс}} + K}. \quad (3.67)$$

В широких котлованах величина амплитуды зигзага  $\lambda$  становится большой и на перемещение экскаватора поперек проходки приходится затрачивать много времени, что снижает производительность работы экскаватора. В таких случаях (при  $\lambda > 1,5R_k$ ) вторую проходку выполняют, перемещая экскаватор по прямой.

Ширина этой проходки, которая называется боковой, понизу и поверху будет  $b_{2H} = 2l_k - mH_k$ , а объем  $V'_{2пр} = (2l_k - m \cdot H_k) \cdot H_k$ . Весь этот объем следует разрабатывать на транспорт.

При определении его количества  $N_2 \mu = 1$ . Кавальер можно отсыпать из третьей проходки, ширина которой по низу и по верху

$$b_{3H} = b_{3b} = (B_H - b_{1H} - b_{2H}). \quad (3.68)$$

Объем грунта в третьей проходке

$$V_{3пр} = V - V_{1пр} - V_{2пр}, \quad (3.69)$$

в том числе разрабатывается навывмет

$$V_{3пр}^{в\text{ым}} = 0,5 \cdot V_{3пр}^{в\text{ым}}, \quad (3.70)$$

с погрузкой в транспорт

$$V_{3пр}^{\text{транс}} = V_{3пр} - V_{3пр}^{в\text{ым}}. \quad (3.71)$$

Количество потребного автотранспорта для третьей проходки  $N_{3пр}$  определяется с учетом коэффициента  $\mu_3$  (табл. 3.10):

$$\mu_3 = \frac{K}{\frac{V_{3пр}^{в\text{ым}}}{V_{3пр}^{\text{транс}} + K}}. \quad (3.72)$$

Машины для выполнения других видов земляных работ следует подбирать по параграфам ЕНиР, номера которых были указаны выше при подсчетах объемов этих работ.



#### 4. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ И ПРИЕМКЕ РАБОТ

В разделе приводятся контролируемые параметры технологических процессов и операций (операций контроля), размещение мест контроля, исполнители, объемы и содержание операций контроля, методика и схемы измерений, правила документирования результатов контроля и принятия решений об исключении неверных или неправильно выполненных решений из технологических процессов.

В соответствии с СП [7] производство земляных работ, устройство оснований и фундаментов последовательно включает следующие этапы:

- а) подготовительный;
- б) опытно-производственный (при необходимости);
- в) производство основных работ;
- г) контроль качества;
- д) приемка работ.

Контроль качества, предусматриваемый в технологической карте, в общем виде состоит:

- из входного контроля проектной и технологической документации;
- входного контроля применяемых строительных материалов, изделий и конструкций (при целесообразности их использования);
- операционного контроля технологических процессов;
- приемочного контроля качества земляных работ;
- оформления результатов контроля качества и приемки работ.

Входной контроль проектной и технологической документации предусматривает проверку ее легитимности, комплектности и полноты, наличия исходных данных для выполнения строительных (технологических) процессов, перечня работ, машин, механизмов и оборудования, показателей их качества.

В составе раздела разрабатывается одна или несколько схем операционного качества выполнения строительных работ (СОКК). Их цель — наглядно показать исполнителям требования для организации качественного выполнения работ и требования к их сдаче-приемке.

В типовой схеме операционного качества приводится необходимая информация в виде таблицы контроля качества и приемки

работ (табл. 4.1) и схемы допустимых отклонений, представляющей собой фрагмент выполняемого вида работ или отдельного его процесса с указанными допусками в соответствии с нормативной литературой.

Таблица 4.1

Операционный контроль качества и приемки работ

№ п/п	Наименование технологического процесса и его операций	Контролируемый параметр	Способ (метод) контроля, средства (приборы) контроля	Контролирующие лица	Документ для фиксации контроля	Допускаемые значения параметра, требования к качеству

В технологической карте следует предусматривать методы контроля, средства, схемы, правила выполнения измерений и испытаний, правила обработки результатов измерений и испытаний и их оценки, установленные стандартами, техническими условиями [2].

В разделе могут быть приведены формы актов на скрытые работы и промежуточную приемку отдельных технологических решений, а также на сдачу-приемку законченных работ.

Порядок осуществления контроля качества и приемки земляных работ, выполненных при разработке выемок, возведении насыпей, вертикальной планировке, обратной засыпке, должен соответствовать требованиям и СП [7].

До начала земляных работ выполняют предусмотренную проектом подготовку площадки; при необходимости – планировку; разбивочные работы с закреплением на местности осей сооружения и границы выемок (насыпей) с составлением акта и исполнительной схемы разбивки и привязки к опорной геодезической сети; выявление и обозначение на местности подземных коммуникаций с согласованием с эксплуатирующими их организациями; определение и обозначение на местности резервов грунта, временных и постоянных отвалов грунта.

До начала работ от заказчика нужно получить оформленное разрешение на производство строительно-монтажных работ, схему подземных коммуникаций, а у местной администрации – персональное (на фамилию прораба или мастера) разрешение на производство земляных работ в установленный срок. Отступление от данного проекта производства работ (технологической карты) не допускается. ППР, утвержденный главным инженером стройки, передают на стройплощадку за 2 месяца до начала работ.

Производственный контроль качества работ включает входной контроль рабочей документации, операционный контроль строительных процессов и приемочный контроль строительных работ.

Входной контроль рабочей документации обеспечивает главный инженер силами производственно-технического отдела (ПТО) и строительного участка (начальник участка, прораб, мастер).

Операционный контроль предусматривает проверку:

- начальником участка (при его отсутствии – прорабом) с привлечением специалистов геодезической службы: разбивки контура котлована, геометрических размеров котлована и траншей, положения обноски, отметок основания и др.;
- прорабом: геодезической разбивки положения нагорной канавы, склада растительного грунта; высотных отметок, крутизны откосов выемок и др.;
- мастером: осей проходок экскаватора, качества засыпки и уплотнения грунтов (выполняют землекопы), качества и состояния ограждения строительной площадки, подъездных путей и др.

Выемки в грунтах, кроме валунных, скальных и указанных в п. 6.1.5 СП [7], следует разрабатывать, как правило, до проектной отметки с сохранением природного сложения грунтов основания. Допускается разработка выемок в два этапа: черновая – с отклонениями, приведенными в поз. 1–4 табл. 4.2, и окончательная (непосредственно перед возведением конструкции) – с отклонениями, приведенными в поз. 5 табл. 4.2.

Таблица 4.2

## Предельно допускаемые отклонения при устройстве выемок

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
1. Отклонения отметок дна выемок от проектных (кроме выемок в валунных, скальных и многолетнемерзлых грунтах) при черновой разработке:		Измерительный, точки измерений устанавливаются случайным образом; число измерений на принимаемый участок должно быть не менее:
а) одноковшовыми экскаваторами, оснащенными ковшами с зубьями	Для экскаваторов с механическим приводом по видам рабочего оборудования:	
	драглайн +25 см	20
	прямого копания +10 см	15
	обратная лопата +15 см	10
	Для экскаваторов с гидравлическим приводом +10 см	10
б) одноковшовыми экскаваторами, оснащенными планировочными ковшами, зачистным оборудованием и другим специальным оборудованием для планировочных работ, экскаваторами-планировщиками	+5 см	5
в) бульдозерами	+10 см	15
г) траншейными экскаваторами	+10 см	10
д) скреперами	+10 см	10
2. Отклонения отметок дна выемок от проектных при черновой разработке в скальных и многолетнемерзлых грунтах, кроме планировочных выемок:		Измерительный, при числе измерений на сдаваемый участок не менее 20 в наиболее высоких местах, установленных визуальным осмотром
а) недоборы	Не допускаются	
б) переборы	По табл. 6.4 СП [7]	

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
3. То же, планировочных выемок:		То же
а) недоборы	10 см	
б) переборы	20 см	
4. То же, без рыхления валунных грунтов:		То же
а) недоборы	Не допускаются	
б) переборы	Не более величины максимального диаметра валунов (глыб), содержащихся в грунте в количестве свыше 15 % по объему, но не более 0,4 м	
5. Отклонения отметок дна выемок в местах устройства фундаментов и укладки конструкций при окончательной разработке или после доработки недоборов и восполнения переборов	$\pm 5$ см	Измерительный, по углам и центру котлована, на пересечениях осей здания, в местах изменения отметок, поворотов и примыканий траншей, расположения колодцев, но не реже чем через 50 м и не менее 10 измерений на принимаемый участок
6. Вид и характеристики вскрытого грунта естественных оснований под фундаменты и земляные сооружения	Должны соответствовать проекту. Не допускаются размыв, размягчение, разрыхление или промерзание верхнего слоя грунта основания толщиной более 3 см	Технический осмотр всей поверхности основания
7. Отклонения от проектного продольного уклона дна траншей под безнапорные трубопроводы, водоотводных канав и других выемок с уклонами	Не должны превышать $\pm 0,0005$	Измерительный, в местах поворотов, примыканий, расположения колодцев и т. п., но не реже чем через 50 м

Технические требования	Предельные отклонения	Контроль (метод и объем)
8. Отклонения уклона спланированной поверхности от проектного, кроме орошаемых земель	Не должны превышать $\pm 0,001$ при отсутствии замкнутых понижений	Визуальный (наблюдения за стоком атмосферных осадков) или измерительный, по сетке 50×50 м
9. Отклонения отметок спланированной поверхности от проектных, кроме орошаемых земель:	Не должны превышать:	Измерительный, по сетке 50×50 м
а) в нескальных грунтах	$\pm 5$ см	
б) в скальных грунтах	от +10 до –20 см	

Приемочный контроль осуществляет комиссия в составе представителя технического надзора заказчика, представителя проектной организации и начальника участка (в случае его отсутствия – прораба, ответственного за выполнение данного вида работ). При наличии субподрядных организаций – их представителей.

В ходе планового надзора за ходом строительных работ они фиксируют его отдельные наиболее важные этапы в соответствующих актах. Текущие замечания по качеству выполняемых работ они заносят в общий журнал производства работ.

Актами оформляют разбивку осей здания, вынесенных с помощью обноски, состояние дна открытого котлована, состояние устроенного основания под фундаменты. В актах отражают характер грунта, уровень грунтовых вод, встретившиеся препятствия (старые колодцы, фундаменты и т. п.), способы заполнения переборов, излагают заключение комиссии о соответствии (несоответствии) выполненных работ проекту и дают (не дают) разрешение на производство дальнейших работ.

## 5. ПОТРЕБНОСТЬ В МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РЕСУРСАХ

Материально-технические ресурсы включают:

- потребность в материалах и изделиях;
- потребность в машинах, механизмах и технологическом оборудовании;
- потребность в технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях.

Машины и технологическое оборудование, требующиеся для выполнения строительных процессов и операций, выбираются с учетом отечественного и зарубежного опыта, сравнения вариантов механизации строительных (технологических) процессов. Машины и технологическое оборудование должны обеспечить плановые сроки и нормативные показатели качества работ. В перечне, заносимом в табл. 5.1, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество машин и оборудования для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

Таблица 5.1

Машины, механизмы и технологическое оборудование

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование машины, технологического оборудования, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

Перечень технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений составляется аналогично перечню машин и технологического оборудования. В перечне, заносимом в табл. 5.2, указывают основные технические характеристики, типы, марки, назначение и количество технологической оснастки, инструмента, инвентаря для выполнения технологического процесса (операции) на звено или бригаду.

Таблица 5.2

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь  
и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Количество

При разработке технологической карты для конкретного объекта и строительной организации в первую очередь используются имеющиеся в наличии машины и оборудование, технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления, если их технические характеристики удовлетворяют требованиям строительного (технологического) процесса и нормативных документов.

Потребность в материалах и изделиях для выполнения технологического процесса и его операций в предусмотренных объемах определяется по рабочей документации с учетом действующих норм расхода материалов в строительстве (в том числе ведомственных и местных норм). Результаты расчета потребности в материалах и изделиях приводятся в форме табл. 5.3.

Таблица 5.3

Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Единица измерения	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ

Примеры расчетных ведомостей приведены в табл. 5.4, 5.5, 5.6.



Таблица 5.4

## Потребность в материалах и изделиях

Наименование работ	Объем		Материальные ресурсы			
	Единицы измерения	Количество	Наименование	Ед. измерения	Норма расхода на ед. объема работ	Общая потребность
Створные знаки, их ограждение и устройство обноски	п.м	$L_{огр} + L_{обн}$	Лес круглый Пиломатериал Гвозди	м <sup>3</sup> м <sup>3</sup> кг	0,025 0,007 0,04	

Таблица 5.5

## Потребность в машинах и технологическом оборудовании

Наименование	Назначение	Тип (марка)	Количество	
			единиц	маш.-смен
1. Экскаватор	Нагорная канава		1	
2. Экскаватор	Котлован		1	
3. Экскаватор	Траншеи в котловане		1	
4. Автосамосвалы	Котлован		$N$	
5. Бульдозер	Срезка грунта		1	
6. Бульдозер	Засыпка пазух		1	
7. Электротрамбовка	Уплотнение грунта		2	
8. Иголфильтовая установка	Понижение уровня грунтовых вод		1	
9. Электронасос	Откачка воды из котлована		1	
10. Скрепер	Перемещение и рекультивация грунта		1	

*Примечание.* Перечень может быть уменьшен или дополнен, исходя из варианта задания на проект.

Таблица 5.6

Потребность в технологической оснастке, инструменте,  
инвентаре и приспособлениях

№ п/п	Наименование	Един. измер.	Количество
1	Теодолит	шт.	1
2	Нивелир с рейкой	шт.	1
3	Стальная лента	шт.	1
4	Отвес	компл.	4
5	Шнур-причалка	м	6
6	Рейки фугованные, 4 м	шт.	4
7	Геодезические знаки	компл.	1
8	Лестница-стремянка	шт.	1
9	Ручная трамбовка	шт.	4
10	Кусачки	шт.	2
11	Пожарный инвентарь	компл.	1
12	Предупреждающие и запрещающие знаки	компл.	1
13	Лопата штыковая	шт.	3
14	Лопата совковая	шт.	3
15	Рулетка строительная, 50 м	шт.	4

## 6. БЕЗОПАСНОСТЬ ТРУДА, ПОЖАРНАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Раздел должен содержать правила, решения и мероприятия, способствующие соблюдению минимально необходимых требований технических регламентов, сводов правил и других нормативных документов в строительстве в части безопасной организации выполнения земляных работ.

Этот раздел технологической карты в целом базируется на требованиях нормативных документов по *безопасности труда* [9; 10; 12] и должен содержать:

- указания по проведению установленных инструктажей с участниками строительного производства;
- указания по оформлению, выдаче и учету нарядов-допусков на производство опасных видов работ;
- перечень опасных производственных факторов, связанных с технологией и условиями производства работ, зоны действия опасных производственных факторов;
- решения по охране и безопасности труда, необходимые при выполнении земляных работ или отдельного его технологического процесса;
- схемы производства работ с указанием опасных зон, устройств и конструкций ограждений, предупреждающих надписей и знаков, способов освещения рабочих мест;
- правила безопасной эксплуатации машин, оборудования и их установки на рабочих местах;
- правила безопасной эксплуатации технологической оснастки, приспособлений, грузозахватных устройств;
- указания по применению индивидуальных и коллективных средств защиты при выполнении строительных работ (технологических процессов);
- мероприятия по предупреждению поражения электрическим током и др.

Выполнение всех строительных работ необходимо осуществлять в соответствии с требованиями [9; 10; 11; 12; 13]. Примерный перечень скрытых работ при производстве земляных работ приведен в прил. Б СП [7].

Ограждение строительной площадки, расположенной в населенном пункте, нужно выполнить по ее контуру. Ограждение должно исключать проникновение на стройплощадку посторонних лиц, особенно детей. В местах перехода через траншеи, ямы, канавы должны быть установлены переходные мостики шириной не менее 1 м, огражденные с обеих сторон перилами высотой не менее 1,1 м, со сплошной обшивкой внизу на высоту 0,15 м и дополнительной ограждающей планкой на высоте 0,5 м от настила [14].

При работе экскаватора не разрешается производить другие работы со стороны забоя и находиться работникам в радиусе действия экскаватора плюс 5 м.

При разработке, транспортировании, разгрузке, планировке и уплотнении грунта двумя или более самоходными или прицепными машинами (скреперами, грейдерами, катками, бульдозерами), идущими одна за другой, расстояние между ними должно быть не менее 10 м.

Автомобили-самосвалы при разгрузке на насыпях, а также при засыпке выемок следует устанавливать не ближе 1 м от бровки естественного откоса.

Не допускается присутствие работников и других лиц на участках, где выполняются работы по уплотнению грунтов свободно падающими трамбовками, ближе 20 м от базовой машины.

Подраздел по *пожарной безопасности* должен базироваться на требованиях нормативных документов [11] и содержать:

- решения по количеству въездов на строительную площадку, наличию проездов требуемой ширины, их количеству и расстояний между ними;
- решения по складированию горюче-смазочных материалов;
- порядок выполнения работ с горюче-смазочными материалами;
- порядок использования электрических калориферов, газовых горелок, воздухонагревателей (при их наличии);
- указания по оснащению рабочих мест (рабочих зон) средствами пожаротушения: бочками с водой, ведрами, емкостями с песком, огнетушителями, лопатами и др.;
- схемы и инструкции по эвакуации людей и строительной техники на случай возникновения пожара;

— схемы опасных зон с установкой защитных и сигнальных ограждений.

Подраздел по *охране окружающей среды* должен базироваться на требованиях федеральных законов, технологических регламентов и других нормативных документов и содержать:

- мероприятия по снятию и сохранению культурного слоя почвы;
- мероприятия по экологически безопасной эксплуатации машин и механизмов;
- мероприятия по обеспечению сохранности зеленых насаждений;
- экологические требования к производству работ, ограничивающие уровень пыли, шума и вредных выбросов;
- требование к оснащению строительной площадки устройствами для мытья колес строительных машин и др.

Экологические требования к производству земляных работ устанавливаются в ПОС в соответствии с действующим законодательством, стандартами и документами директивных органов, регламентирующими рациональное использование и охрану природных ресурсов.

Плодородный слой почвы в основании насыпей и на площади, занимаемой различными выемками, до начала основных земляных работ должен быть снят в размерах, установленных проектом организации строительства (ПОС) [1] и перемещен в отвалы для последующего использования его при рекультивации или повышении плодородия малопродуктивных угодий.

Допускается не снимать плодородный слой:

- при толщине плодородного слоя менее 10 см;
- на болотах, заболоченных и обводненных участках;
- на почвах с низким плодородием;
- при разработке траншей шириной по верху 1 м и менее.

При планировке территории самовольный снос (корчевка) любых деревьев и кустарников не допускается. На это необходимо иметь специальное разрешение, так называемый «порубочный билет» местной администрации или определенных специализированных организаций.

Насаждения, которые не подлежат сносу, должны быть ограждены, а находящиеся в непосредственной близости от производимых работ — закрыты защитным решетчатым каркасом.

При срезке растительного слоя и перемещении его на так называемый склад не допускается перемешивание растительного грунта с каким-либо иным грунтом.

До начала работ по отрывке котлована необходимо проложить землевозные дороги с засыпкой земляного профиля крупным щебнем, гравием, иными скелетными породами и уплотнением его катками. В сухую погоду дороги нужно увлажнять при помощи поливочной машины для предотвращения возможного образования пыли.

При вывозке влажного грунта или при работе в дождливую погоду на выезде со стройплощадки (в населенном пункте) нужно оборудовать обмывочный пункт для мойки ходовой части и кузова машин. Воду для этого можно использовать из зумпфа котлована, техническую местную или привозную. Отработанную воду возвращают в зумпф, предварительно пропустив ее через несложный отстойник. Со строительной площадки нельзя выпускать машины с нависшими из кузова кусками грунта. Топливная аппаратура двигателей машин должна быть отрегулирована и проверена на токсичность и шумность выхлопов.

При откачке воды не допускают размыв верхнего слоя почвы в пониженном рельефе. Для его защиты укладывают лотки, желоба, трубы и др.

## 7. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Раздел, как правило, должен включать:

- расчет затрат труда и машинного времени с составлением калькуляции;
- график производства работ;
- расчет основных технико-экономических показателей технологического процесса.

Нормативные затраты труда и машинного времени на работу, на технологический процесс, на весь объект определяются по ЕНиР, ТЕР, ГЭСН. На основе калькуляций затрат труда и машинного времени рассчитывается продолжительность выполнения работ, составляется график производства работ в виде линейной модели.

Продолжительность выполнения технологических процессов, затрат труда и машинного времени может определяться по данным строительной организации (фирмы) при условии, что эти процессы выполняются постоянным коллективом при соблюдении нормативных требований качества.

Продолжительность технологического процесса и его операций определяется в часах (сменах) путем деления затрат труда рабочих на количество рабочих в звене (бригаде) и число смен или устанавливается по времени работы машины, если она является ведущей в данном технологическом процессе.

Итоговыми данными, характеризующими эффективность разработанного проекта (технологической карты), являются технико-экономические показатели.

В состав технико-экономических показателей земляных работ, как правило, входят следующие.

1. Общий объем земляных работ, включающий объемы по срезке растительного слоя, вертикальной планировке и выемке котлована (траншеи), м<sup>3</sup>.

2. Объем работ по выемке котлована (траншеи), м<sup>3</sup>.

3. Общая стоимость работ по всему комплексу земляных работ

$$C = (\Sigma C_{\text{мех}} + \Sigma Z) \cdot T_1 \cdot K_{\text{н}}, \text{ руб.}, \quad (7.1)$$

где  $\Sigma C_{\text{мех}}$  – суммарная стоимость работы всех основных механизмов, руб.;  $\Sigma Z$  – общая стоимость заработной платы всех рабочих, руб.;  $T_1$  – терри-

ториальный районный коэффициент;  $K_n$  – коэффициент неучтенных работ,  $K_n \approx 1,20-1,25$ .

4. Стоимость работ по котловану (траншее), состоящая из стоимости экскавации, вывозки грунта, зачистки основания и работ по водопонижению, руб.

5. Себестоимость разработки  $1 \text{ м}^3$  грунта по комплексу:

$$C_{\text{компл}} = \frac{C_3}{V_3}, \text{ руб. коп.}, \quad (7.2)$$

где  $C_3$  – общая стоимость земляных работ, руб.;  $V_3$  – общий объем земляных работ,  $\text{м}^3$ .

6. Себестоимость разработки  $1 \text{ м}^3$  грунта по котловану (траншее):

$$C_{\text{котл}} = \frac{C_k}{V_k}, \text{ руб. коп.}, \quad (7.3)$$

где  $C_k$  – стоимость работ по котловану, руб.;  $V_k$  – объем земляных работ по котловану,  $\text{м}^3$ .

7. Выработка в денежном эквиваленте на один отработанный чел.-день по котловану:

$$B_{\text{котл}} = \frac{C_k}{\text{Тр}_k}, \text{ руб. коп.}, \quad (7.4)$$

где  $C_k$  – стоимость работ по котловану, руб.;  $\text{Тр}_k$  – трудозатраты по котловану,  $\text{м}^3$ .

8. Общие трудозатраты по комплексу работ, чел.-дн.

9. Трудоемкость работ по котловану на  $1 \text{ м}^3$  грунта:

$$T = \frac{\text{Тр}_k}{V_k}, \text{ чел.-дн.}, \quad (7.5)$$

где  $\text{Тр}_k$  – общие трудозатраты по котловану, чел.-дн. (маш.-см.);  $V_k$  – объем работ по котловану,  $\text{м}^3$ .

10. Принятое количество смен.

11. Продолжительность выполнения работ по котловану, дн.

12. Максимальное количество рабочих в день по графику, чел.

13. Среднее количество рабочих в день по графику, чел.

14. Коэффициент неравномерности движения рабочих

$$K_{\text{нер}} = \frac{R_{\text{макс}}}{R_{\text{ср}}}. \quad (7.6)$$

Для механизированных работ  $K_{\text{нер}} = 1,2-1,5$ .



## 7.1. Определение затрат труда и машинного времени

Составление калькуляции трудовых затрат и стоимости работ производится в соответствии с порядком и перечнем процессов, выполняемых на строительной площадке.

Исходными данными являются объемы строительных работ и нормативные документы. В качестве нормативных документов используются единые нормы и расценки (ЕНиР), а с 2000 г. часто используют введенные Государственные элементные сметные нормы (ГЭСН) и Территориальные единичные расценки (ТЕР). Когда отсутствуют нормативные данные в ЕНиР на отдельные виды механизмов и работ, за официальный документ могут быть приняты ведомственные нормативы.

Затраты труда рабочих (чел.-ч) и работы машин (маш.-ч) для выполнения ранее подсчитанных объемов работ определяют по нормам на единицу объема работы (измеритель).

Необходимые расчетные данные следует свести в ведомость затрат труда (табл. 7.1), в которую нужно записать нижеуказанные наименования работ (описания). Здесь после наименования далее следуют: единица измерения, количество (объем работы), § ЕНиР, марка машины, норма времени, профессиональный, квалификационный и численный состав звена. Описание работ нужно формулировать кратко, но с отражением всех особенностей выполнения данной работы в данных условиях.

Например, для заполнения табл. 7.1 в учебных целях могут быть применены данные по следующим видам работ:

1. Срезка растительного слоя по тарифу 1-го разряда; 1000 м<sup>2</sup>;  $F_{\text{ср}}$ ; марка бульдозера; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. — машинист 6 р.

2. Планировка площадки бульдозером по тарифу 1-го разряда; 1000 м<sup>2</sup>;  $F_{\text{пл}}$ ; марка бульдозера; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. — машинист 6 р.

3. Разработка грунта (указать группу грунта) в котловане глубиной... (траншее, нагорной и водоотводной канаве глубиной до 1 м) одноковшовым экскаватором (с обратной лопатой, прямой лопатой, драглайн) с режущей кромкой (ковшом с зубьями):

— с погрузкой в транспортные средства; 100 м<sup>3</sup>;  $V^{\text{трансп}}$ ; марка экскаватора; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. — машинист 6 р.;

– навывмет;  $100 \text{ м}^3$ ;  $V_{\text{вым}}$ ; марка экскаватора; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. – машинист 6 р.

4. Перемещение в штабель ранее разрыхленного грунта (указать группу грунта) бульдозером с перемещением на  $L$  м;  $100 \text{ м}^3$ ;  $V_{\text{пер.р.г}}$ ; марка бульдозера; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. – машинист 6 р.

5. Устройство обноски для разбивки здания и ограждения геодезическими знаками с установкой столбов в ямы с последующей разборкой;  $100$  м обноски;  $l_{\text{огр}} + l_{\text{обн}}$ ;  $H_{\text{вр}} = 14,5$  чел.-ч; звено 2 чел. – плотники.

6. Ручная зачистка дна котлована при послойной разработке (указать группу грунта);  $1 \text{ м}^3$ ;  $V_r$ ; табл. 1; чел.-ч; звено 5 чел. – землекопы 3 р.

7. Засыпка пазух котлована грунтом (указать группу грунта) бульдозером с перемещением грунта до  $20$  м;  $100 \text{ м}^3$ ; § E2-1-34; п. 3; марка бульдозера; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. – машинист 6 р.

8. Уплотнение грунта самоходными катками;  $100 \text{ м}^3$ ; толщина уплотняемого слоя  $p$ , м; § E2-1-31; табл. 2; марка трамбовки или катка; маш.-ч; чел.-ч; звено 1 чел. – машинист 6 р.

9. Работы по водопонижению, организации поверхностного стока и водоотвода насосом (иглофильтрами) по тарифу 5 разряда; чел.-ч;  $W$ ; (см. пункт 3.5); звено 4 чел.

При выборе и проставлении норм в машино-часах на выполняемые земляные работы надлежит учитывать группу разрабатываемого грунта, вид применяемой машины (механизма). На затраты труда и машинного времени значительное влияние оказывает состояние грунта: немерзлый, мерзлый, предварительно разрыхленный и др.

При выполнении работ комплексными процессами (например, экскавация котлована с вывозом грунта автотранспортом, водопонижение) норма машинного времени должна соответствовать количеству машино-часов (смен) ведущего механизма. В данном случае норма машино-смен экскаватора соответствует машино-сменам работы автотранспорта.

Таблица 7.1

## Калькуляция затрат труда и машинного времени

№ п/п	Наименование работ	Обоснование (§ ЕНиР, ГЭСН № сб, §)	Ед. изм.	Объем работ	Норма времени		Машины		Трудозатраты		Состав звена
					чел.-ч	маш.-ч	наименование	кол-во	чел.-дн.	маш.-см.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

**7.2. График производства работ**

Календарное планирование выполняют на основе графика производства работ, осуществляемого на основе затрат труда и машинного времени на определенные виды работ по установленной форме (табл. 7.2).

В план вносят основные работы с их лаконичным наименованием и расположением в технологической последовательности.

В нашем случае это могут быть следующие виды работ:

1. Устройство обноски и ограждений геодезических знаков, бытовки, склада, забора.
2. Устройство нагорной канавы.
3. Срезка и перемещение растительного грунта.
4. Разработка грунта экскаватором или бульдозером.
5. Погрузка грунта в транспортное средство.
6. Транспортирование грунта автосамосвалами.
7. Уплотнение грунта катком, рыхление грунта (при необходимости).
8. Ручная или механизированная зачистка дна котлована.
9. Обратная засыпка пазух.
10. Трамбование грунта в пазухах.
11. Водоотливные работы.

Затраты труда по видам работ в табл. 7.1 подсчитаны в человеко-часах, а работа машин – в машино-часах. В график производства эти затраты проставляют в человеко-сменах и машино-сменах, для чего ранее полученные цифры в часах нужно разделить на продол-

жительность смены в часах, т. е. на 8, и получить  $T_p$ , чел.-см. или маш.-см.

$$T_p = \frac{V \cdot H_{вр}}{8}, \text{ чел.-см. (маш.-см.)}, \quad (7.7)$$

где  $V$  – объем работ;  $H_{вр}$  – норма времени (чел.-ч, маш.-ч); 8 – продолжительность смены, ч.

Следует определить сменность работ за один день  $k$ . Обычно работы выполняют в одну смену, однако такие дорогостоящие машины, как экскаваторы, бульдозеры, краны и т. п., загружают работой в две смены. Водоотливные работы или водопонижение осуществляют круглые сутки, т. е. в три смены, без выходных и праздников. Поэтому для работы на водоотливе по скользящему графику ежедневно требуются 4 человека на каждый рабочий день недели. Однако они будут ежедневно отрабатывать три человеко-смены.

Потребуется установить число рабочих  $n$ , занятых в смене, при выполнении каждой работы. Число рабочих зависит от имеющегося для них фронта работ, т. е. той площади, на которой разместятся рабочие, материалы и машины для их целосменной работы.

Продолжительность выполнения работы в днях (в сутках):

$$T = \frac{T_p}{n \cdot k}, \text{ дни}, \quad (7.8)$$

где  $T_p$  – трудозатраты (чел.-дн.);  $n$  – количество рабочих в звене;  $k$  – сменность.

Продолжительность работ округляют в большую сторону с точностью до дня.

График производства работ состоит из двух частей: левой – расчетной и правой – графической. Графическую часть рекомендуется выполнять в виде линейной формы, в которой работы на графике производства работ по дням показывают одной прямой линией. Работы, выполняемые в две или три смены, – соответственно двумя или тремя параллельными линиями.

После построения графика производства работ строится график движения людских ресурсов в виде диаграммы, которая располагается строго под графиком производства работ.

Современная организация строительных работ предусматривает их выполнение совмещенным методом, т. е. при параллельном или

одновременном выполнении нескольких строительных процессов. Необходимо максимальное совмещение процессов. Однако добиться этого на небольших объектах трудно, а иногда и невозможно, так как для выполнения процесса нужно выделить такую часть объекта, которая была бы достаточной для нормальной производительной работы звена или бригады в течение полусмены, а лучше – смены. Такие определенные части объекта называют захватками. Количество захваток, на которые делят объект, должно быть равно количеству одновременно выполняемых процессов. Причем количество захваток, их расположение на одном и том же объекте могут быть разными в зависимости от видов выполняемых процессов. График производства работ показан в прил. П.

Таблица 7.2

График производства работ

Наименование работ	Объем работ		Трудоёмкость, чел.-дн.	Машины		Смен в сутки	Продолжительность работы, дни	Состав звена	Месяцы											
	ед. изм.	количество		наименование	кол-во в смену				число маш.-см.											
						Число рабочих в смену	Порядковые дни													
						Рабочие дни														

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Любой строительный процесс начинается с производства земляных работ, т. е. с разработки грунта, перемещения его или погрузки на транспортные средства. Так, для устройства оснований или фундаментов любого здания или сооружения отрывают котлованы необходимых размеров и глубины, а для прокладки наружных сетей трубопроводов — траншеи.

Земляные работы по своему удельному весу в общих объемах строительных работ являются наиболее массовыми и трудоемкими, поэтому справиться с ними ручными способами невозможно.

В ходе работы над проектом студент фактически должен разрабатывать технологическую карту на земляные работы с оформлением графической части и пояснительной записки. Работа студента оценивается в процентах от выполнения всего объема.

Аттестация студента проводится:

- первая – на этапе выполнения 35 % работы (разделы 1–4 пояснительной записки);
- вторая – на этапе выполнения 60 % работы (параграфы 5–6 пояснительной записки);
- третья – на этапе выполнения 100 % работы (графическая часть).

Общая оценка за курсовой проект выставляется во время его защиты и складывается из частных оценок:

1 – за правильность принятых технических решений в курсовом проекте;

2 – за качество оформления пояснительной записки и графической части;

3 – за уровень теоретической и практической подготовки, продемонстрированный при ответах на вопросы, приведенные в прил. Р.

## СПИСОК СТАНДАРТОВ

1. Организация строительства : СП 48.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением № 1). — Введ. 2011-05-20. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200084098>.
2. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты : МДС 12-29.2006 / ЦНИИОМТП. — М. : ФГУП ЦПП, 2007. — 12 л.
3. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Группа Т62 : ГОСТ 7.1-2003 СИБИД. — Введ. 2004-07-01. — URL: <http://internet-law.ru/gosts/gost/1560>.
4. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения спецификации оборудования, изделий и материалов : ГОСТ 21.110-95. — Взамен ГОСТ 21.109-80; ГОСТ 21.110-82; ГОСТ 21.111-84. — Введ. 1995-06-01. — М. : Изд-во стандартов, 1995. — 6 с.
5. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей : ГОСТ 21.501-93. — Взамен ГОСТ 21.107-78; ГОСТ 21.501-80; ГОСТ 21.502-78; ГОСТ 21.503-80. — Введ. 1994-09-01. — М. : ФГУП ЦПП, 1994. — 58 с.
6. Геодезические работы в строительстве : СП 126.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. — Введ. 2013-01-01. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200095523>.
7. Земляные сооружения, основания и фундаменты : СП 45.13330.2012. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. — Введ. 2013-01-01. — М. : Минрегион России, 2012.
8. Единые нормы и расценки на строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы : сб. Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. — Изд. офиц. — М. : Стройиздат, 1988. — 223 с.
9. Безопасность труда в строительстве = Occupational Safety in Construction. Ч. 1. Общие требования : СП 49.13330.2010. — Введ. 2010-12-24. — М. : ГУП ЦПП, 2008. — 48 с.
10. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство : СНиП 12-04-2002. — СПб. : ДЕАН, 2009. — 76 с.

11. Пожарная безопасность зданий и сооружений = Fire safety of buildings and works : СП 112.13330.2011. – Актуализированная редакция СНиП 21-01-97\* (с изменениями № 1 и 2). – Введ. 2011-07-19. – М. : ФГУП ЦППП, 2011. – 22 с.
12. Система стандартов безопасности труда. Процессы производственные. Общие требования безопасности : ГОСТ 12.3.002-2014. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200124407>.
13. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования : ГОСТ 12.1.004-91. – Введ. 1992-07-01. – М. : ГУП ЦПП, 1992. – 78 с.
14. Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительно-монтажных работ. Технические условия : ГОСТ 23407-78. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/9054705>.



*Образец титульного листа*

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт  
Кафедра «Промышленное, гражданское строительство  
и городское хозяйство»

Дисциплина «Технологии строительных процессов»

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

к курсовому проекту (работе) на тему  
«Производство земляных работ»

Учебная группа \_\_\_\_\_

Вариант исходных данных

Студент \_\_\_\_\_  
Ф. И. О., подпись

Преподаватель  
(должность) \_\_\_\_\_  
(ученые степень и звание) (Ф. И. О.) (подпись)

Оценка \_\_\_\_\_

Дата сдачи работы \_\_\_\_\_

**Задание на курсовой проект  
по дисциплине «Технологии строительных процессов»**

Тема «Производство земляных работ»

Вариант № \_\_\_\_\_

Требуется разработать технологическую карту на земляные работы при устройстве котлована под фундамент многоэтажного здания в соответствии с исходными данными.

Исходные данные:

1. Отметка глубины заложения фундаментов,  $-h = -\dots$
2. Номер площадки для застройки, № \_\_\_\_\_.
3. Дальность перевозки грунта,  $L = \dots$  км.
4. Коэффициент фильтрации  $K_{\phi} = \dots$  м/сут.

Установленные толщины напластования грунтов (принимать только указанные в задании).

5. Растительный грунт,  $p = \dots$  м.
6. Супесь,  $q = \dots$  м.
7. Песок мелкий,  $r = \dots$  м.
8. Песок средней крупности,  $s = \dots$  м.
9. Песок с гравием,  $v = \dots$  м.
10. Лёссовидный суглинок,  $t = \dots$  м.
11. Глина мягкая,  $m = \dots$  м.
12. Глина со щебнем,  $n = \dots$  м.
13. Суглинок с гравием,  $d = \dots$  м.
14. Глина тяжелая,  $f = \dots$  м.
15. Уровень грунтовых вод,  $h_{y.г.в} = -\dots$  м.
16. Приток воды,  $\alpha = \dots$  л/ч м<sup>2</sup>.
17. Плановые наружные размеры и формы фундамента, м (см. прил. В).

Задание получено \_\_\_\_\_

*Исходные данные для выполнения работы*

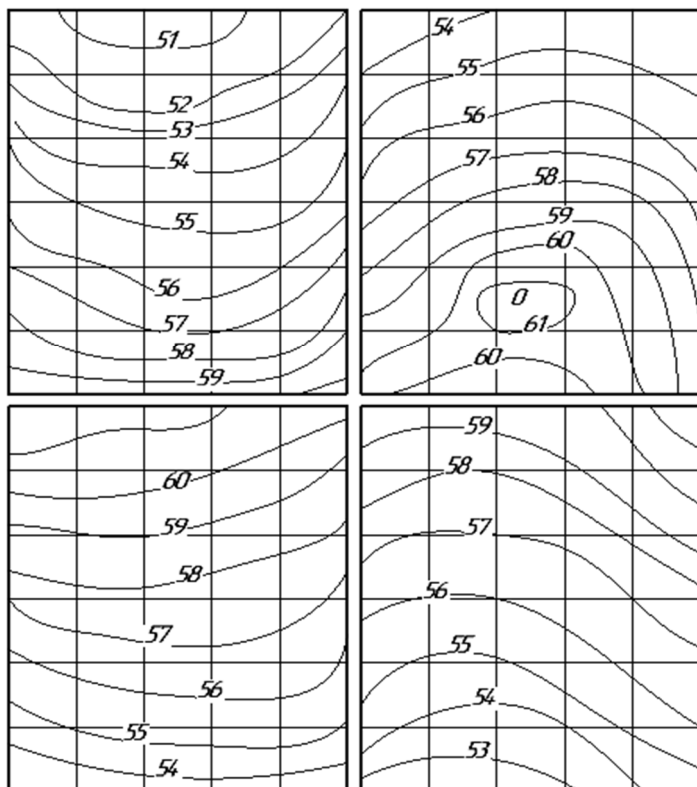
Вариант	Условные обозначения исходных данных															
	$-h$	№	$L$	$K_{\phi}$	$p$	$q$	$r$	$s$	$v$	$t$	$m$	$n$	$d$	$f$	$h_{\text{у.тв}}$	$\alpha$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3,8	4	10	6	0,3	1,2	1,2	1,6						2	2,7	4,2
2	3,7	3	9	8	0,3		1,1	0,8		1,2				2	2,0	37
3	4,0	2	8	9	0,5				0,8		1,3	1,4		2	2,8	33
4	4,0	3	7	11	0,2	0,7	1,4		1,4					2	2,1	48
5	4,0	4	6	13	0,4		0,7	1,4			1,2			2	2,3	63
6	3,9	3	5	14	0,4	0,9		1,3	1,5					2	2,8	72
7	3,8	2	14	16	0,4					0,8	1,0		1,5	2	2,6	67
8	3,7	1	13	12	0,2			1,2			0,8	1,5		2	1,8	58
9	3,8	2	5	10	0,5	1,2	0,8		1,4					2	2,1	59
10	3,7	3	7	8	0,5			0,9	1,4			1,5		2	2,3	61
11	3,9	3	9	7	0,3	1,0				1,0	1,5			2	2,7	68
12	3,8	4	8	9	0,2		1,1		1,5	1,4				2	2,2	75
13	3,7	2	10	10	0,2					1,4		1,1	1,4	2	2,2	77
14	4,0	2	8	11	0,3	0,9	0,8		1,5					2	2,2	69
15	4,0	4	6	15	0,3				1,1		1,5		1,2	2	2,3	41
16	3,9	2	6	13	0,4	0,7	1,5		1,4					2	2,5	37
17	3,7	1	14	12	0,4			1,2		1,4		1,5		2	2,8	64
18	3,8	4	6	10	0,3		1,3		1,4		1,5			2	2,0	70
19	4,0	3	13	11	0,3		1,5			1,5			1,2	2	2,1	39
20	4,0	3	5	14	0,2	0,8	1,2		1,5					2	2,6	45
21	3,9	4	8	13	0,2			1,1		1,4		1,3		2	2,2	56
22	3,7	1	7	8	0,3			0,8	1,2		1,1			2	2,6	3,9
23	3,8	1	12	7	0,3	0,9		1,5	1,2					2	2,3	68
24	4,0	4	8	9	0,3					0,9		1,3	1,5	2	2,4	71
25	3,9	3	5	11	0,5				1,4	0,7	1,6			2	2,1	48
26	3,8	2	8	11	0,4		1,5	1,5	1,3					2	2,6	61
27	3,9	4	10	14	0,4				1,3		1,4		1,4	2	2,8	33
28	4,0	3	9	9	0,2		1,2	0,8				1,5		2	2,4	2,1
29	4,0	2	12	10	0,3	1,5	1,4	1,3						2	2,1	55
30	3,5	3	9	14	0,2			1,1		1,4		1,3		2	2,2	51
31	4,1	4,6	8	7,3	0,24		1,1		1,5	1,4				2	2,2	32
32	3,7	2	10	12,6	0,26					1,4		1,1	1,4	2	2,2	70
33	3,7	3,8	9	8,8	0,39		1,1	0,8		1,2				2	2,0	41
34	4,4	2	8,7	10,8	0,35	0,9	0,8		1,5					2	2,2	69
35	4,0	4	6,3	15	0,54				1,1		1,5		1,2	2	2,3	41

Вариант	Условные обозначения исходных данных															
	$-h$	№	$L$	$K_\phi$	$p$	$q$	$r$	$s$	$v$	$t$	$m$	$n$	$d$	$f$	$h_{у.г.в}$	$\alpha$
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
36	4,6	3	7,4	13	0,48	0,7	1,5		1,4					2	2,5	30
37	3,7	2	14	12	0,53			1,2		1,4		1,5		2	2,8	64
38	3,8	4,9	8,5	10,7	0,43		1,3		1,4		1,5			2	2,0	40
39	4,0	3	13	11,3	0,56		1,5			1,5			1,2	2	2,1	36
40	4,3	3,7	7	11,7	0,25	0,8	1,4		1,6					2	2,6	45

*Площадка для застройки*

2

1



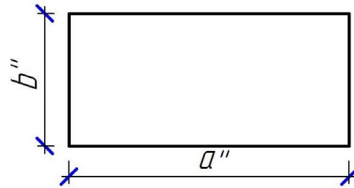
4

3

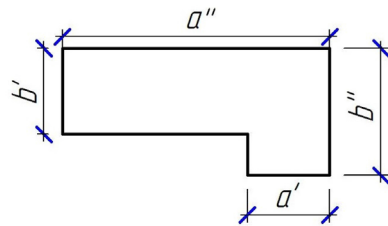
**Плановые наружные размеры и формы фундамента**

№ вар.	Размеры, м			
	$a''$	$a'$	$b''$	$b'$
1	96		36	
2	144		72	
3	100		72	
4	132		48	
5	108		54	
6	144		54	
7	108	18	48	24
8	120	24	36	54
9	96	14	44	13
10	144	24	72	24
11	102	24	60	26
12	116	18	58	16
13	96	24	54	18
14	102	10	48	24
15	108	24	72	36
16	100	24	106	24
17	120	14	72	18
18	110	24	60	24
19	50		24	
20	35		36	
21	30		14	
22	25		24	
23	20		24	
24	15		18	
25	96		54	
26	102		30	
27	108		40	
28	82		80	
29	76		72	
30	120		60	
31	96	14	36	14
32	144	24	72	24
33	102	24	60	26
34	116	18	58	16
35	96	24	54	18
36	102	10	48	24
37	108	24	72	36
38	114	20	106	24
39	108	18	72	18
40	100	24	60	26

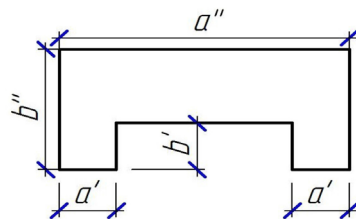
**Варианты 1-6, 19-30**



**Варианты 7-18**



**Варианты 31-40**



***К выбору схемы производства земляных работ  
и технико-экономическому обоснованию средств механизации***

***Г. Выбор технологической схемы производства работ по срезке растительного слоя***

Производство работ по срезке растительного слоя может быть выполнено различными механизированными комплексами с соблюдением следующих условий:

- бульдозерами – при дальности транспортирования грунта до 100–150 м;
- прицепными скреперами – при транспортировании грунта на расстояние до 500–600 м;
- самоходными скреперами – при транспортировании грунта на расстояние от 600–1000 до 3000 м.

На дальность транспортирования грунта решающее влияние оказывают принимаемая технологическая схема производства работ, места организации временных отвалов этого грунта и рациональная технология последующей рекультивации площадки после завершения планировочных и основных строительных работ. Поэтому при выборе технологической схемы принимаемое решение должно быть обоснованным, исключающим последующие неудобства при разработке временных отвалов растительного грунта при рекультивации площадки. Основное требование – минимальное расстояние транспортирования грунта до отвала.

Рассмотрим в качестве примера технологическую схему, представленную на рис. Г.1. Здесь на каждом участке размером 600×400 м работают бульдозеры совместно со скреперами. Бульдозеры разрабатывают растительный слой и являются ведущими механизмами, а скреперы – транспортными механизмами для перемещения.

Анализ данной технологической схемы показывает, что строительная площадка разбита на три равных по объему работ участка с организацией шести временных отвалов растительного грунта за границами площадки.

Производство работ может быть организовано последовательно, когда механизированный комплекс, завершив работы на одном участке, переходит на следующий участок. В этом случае потребует-

ся меньшее количество механизмов, но увеличится продолжительность работ. При необходимости выполнения работ в сжатые сроки работа может быть организована одновременно на всех участках. В этом случае три группы механизмов параллельно будут выполнять одинаковую работу на участках, а срок выполнения работы сократится в три раза.

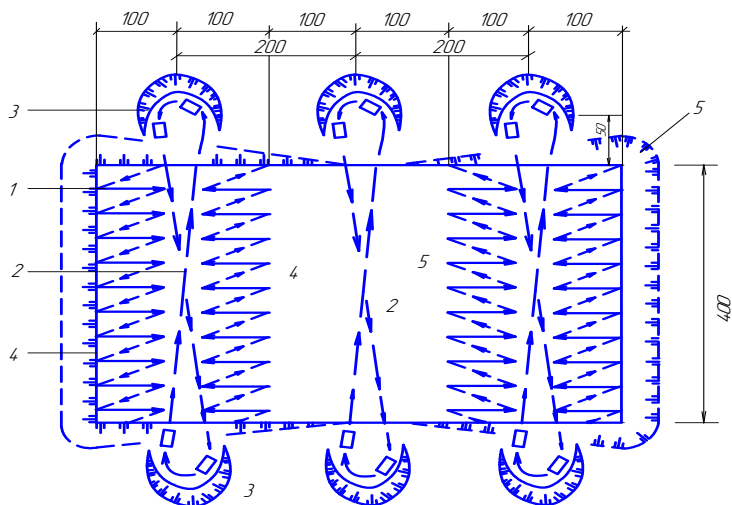


Рис. Г.1. Примерная технологическая схема срезки растительного слоя грунта бульдозерами с транспортом грунта скреперами: 1 – схема работы бульдозеров; 2 – схема движения скреперов; 3 – временные отвалы; 4 – проектируемый откос в насыпи; 5 – проектируемый откос в выемке

На примерной технологической схеме разработка растительного слоя осуществляется с обеих сторон участка к середине, к оси движения скреперов. Схема движения скреперов в рассматриваемом примере принята «по восьмерке». Исходя из дальности перемещения грунта наиболее удобными будут прицепные скреперы.

Рассматривая в качестве примера продольную схему разбивки строительной площадки на два участка производства работ (рис. Г.1), можно видеть, что в данном случае основным землеройным и транспортным комплексом будут скреперы. Скреперы работают на одном участке по спирали (1), на втором участке по схеме «восьмерка» (2). Временные отвалы растительного слоя (3) организованы в торцах площадки. Отвалы грунта с индексом А расположены за чертой на-

сыпи, отвалы с индексом В расположены в нагорной части — за пределами откосов, образующихся после выполнения работ по выемке грунта при производстве планировочных работ. В обоих случаях для последующих работ по рекультивации спланированной территории в области примыкания временных отвалов к торцам площадки потребуется устройство въездов (съездов) для скреперов.

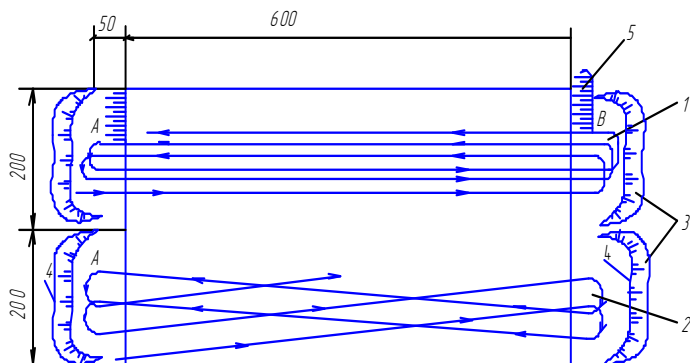


Рис. Г.2. Примерная технологическая схема срезки растительного слоя грунта скреперными комплексами: 1 — при работе «по спирали»; 2 — при работе «по восьмёрке»; 3 — временные отвалы грунта; 4 и 5 — проектируемые откосы в насыпи и выемке

Исходя из дальности перемещения растительного слоя в отвалы при последующей рекультивации спланированной территории могут быть рационально использованы прицепные скреперы, в комплексе с которыми должны работать трактор-толчок и бульдозер.

## II. Техничко-экономическое обоснование основной машины (механизма) для производства работ по срезке растительного слоя

Техничко-экономическое обоснование машин для производства работ производится в следующей последовательности:

1. Расчетная эксплуатационная производительность механизма (бульдозера, скрепера и т. п.) определяется по формуле

$$\Pi = \frac{T}{H_{\text{вр}}} \cdot 100, \text{ м}^3/\text{см.}, \quad (\text{Г.1})$$

где  $T$  — продолжительность рабочей смены, вычисленная исходя из 7-часового рабочего дня, при средней продолжительности рабо-



чей смены 6,82 часа или 8,12 часа при пятидневной рабочей неделе;  $H_{вр}$  – норма эксплуатационной часовой производительности машины, определенная по соответствующим таблицам (ЕНиР сб. № 2 или ГЭСН-2001 сб. № 1) для принятой технологии работ и категории разрабатываемого грунта, м<sup>3</sup>/ч (на 100 м<sup>3</sup> грунта в плотном теле).

2. Требуемое количество машино-смен для выполнения заданного объема работ принятым механизмом определяется по уравнению

$$T_{\phi} = \frac{V}{\Pi}, \text{ маш.-см.}, \quad (\text{Г.2})$$

где  $T_{\phi}$  – количество машино-смен, требуемое для выполнения заданного объема работ;  $V$  – объем работ на данном участке (площадке), м<sup>3</sup>;  $\Pi$  – расчетная эксплуатационная производительность механизма (машины), определенная по формуле (Г.1), м<sup>3</sup>/см.

3. Расчет стоимости затрат, связанных с применением данного вида механизма, производится по уравнению

$$C = E + \left( \frac{\Theta_{год}}{T_{год}} + \Theta_{см} \right) \cdot T_{\phi}, \text{ руб.}, \quad (\text{Г.3})$$

где  $E$  – единовременные затраты, выполняемые до начала эксплуатации машины на строительном объекте, связанные с перебазированием механизма, устройством дорог и пр.;  $\Theta_{год}$  – сумма годовых амортизационных отчислений на возмещение стоимости данного механизма (руб.): ремонты, обслуживание, запчасти и пр.;  $\Theta_{см}$  – сменные эксплуатационные расходы, рассчитанные на 8-часовую смену, включающие заработную плату обслуживающего персонала, стоимость энергоматериалов (топливо, электроэнергия, сжатый воздух), стоимость смазочных и других материалов (руб.);  $T_{\phi}$  – число машино-смен работы данного механизма (машины) при выполнении заданного объема работ.

**В учебных целях нормативы для расчета стоимости затрат можно принять по прил. И.**

*Пример.* Произведем технико-экономическое обоснование цепных скреперов трех предварительно принятых марок:

ДЗ-33 с емкостью ковша 3,0 м<sup>3</sup> (аналог Д-230);

ДЗ-12 с емкостью ковша 7,0 м<sup>3</sup> (аналог Д-374);

Д-213А с емкостью ковша 10,0 м<sup>3</sup>.

1. Определим норму времени  $H_{вр}$  для каждого скрепера при дальности перемещения грунта 450 м (ЕНиР 2-1-14, табл. 3).

*Для скрепера ДЗ-33* – по табл. 3, п. 1а и п. 1в:

до 100 м – 3 маш.-ч. На каждые последующие 10 м добавлять 0,175 машино-часа, т. е.:

100 м – 3 маш.-ч;

10 м – 0,175 маш.-ч;

350 м –  $X$ .

Тогда

$$X = \frac{350 \cdot 0,175}{10} = 6,125 \text{ маш.-ч.}$$

$$H_{вр1} = 3 + 6,125 = 9,125 \text{ маш.-ч.}$$

*Для скрепера ДЗ-12* – по табл. 3, п. 3а и п. 3в:

100 м – 1,5 маш.-ч;

10 м – 0,095 маш.-ч;

350 м –  $X$ .

Тогда

$$X = \frac{350 \cdot 0,095}{10} = 3,325 \text{ маш.-ч.}$$

$$H_{вр2} = 1,5 + 3,325 = 4,825 \text{ маш.-ч.}$$

*Для скрепера Д-213А* – по табл. 3, п. 6а и п. 6в:

100 м – 1,15 маш.-ч;

10 м – 0,061 маш.-ч;

350 м –  $X$ .

Тогда

$$X = \frac{350 \cdot 0,061}{10} = 2,135 \text{ маш.-ч.}$$

$$H_{вр3} = 1,15 + 2,135 = 3,285 \text{ маш.-ч.}$$

2. Найдем расчетную эксплуатационную производительность при полученных нормах машино-часов при семичасовом рабочем дне по уравнению:

$$П_1 = \frac{6,82}{9,125} \cdot 100 = 74,7 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$П_2 = \frac{6,82}{4,825} \cdot 100 = 141,4 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$П_3 = \frac{6,82}{3,285} \cdot 100 = 207,2 \text{ м}^3/\text{см.}$$

3. Требуемое количество машино-смен на объем грунта одного участка

$$V = 300 \cdot 400 \cdot 0,3 = 36000 \text{ м}^3,$$

где  $300 \times 400$  – размер участка,  $\text{м}^2$ ;  $0,3$  – толщина растительного слоя,  $\text{м}$ .

Время работы механизма определится для каждого скрепера по уравнению:

$$T_1 = \frac{36000}{74,6} \approx 485,5 \text{ маш.-см.};$$

$$T_2 = \frac{36000}{141,4} \approx 254,6 \text{ маш.-см.};$$

$$T_3 = \frac{36000}{207,2} \approx 173,7 \text{ маш.-см.}$$

4. Произведем расчет стоимости затрат с учетом данных прил. И:

$$C_1 = 17,0 + \left( \frac{1883}{250} + 15,12 \right) \cdot 485,5 = 11014,6 \text{ руб.};$$

$$C_2 = 17,0 + \left( \frac{3087}{250} + 22,26 \right) \cdot 234,6 = 8136,4 \text{ руб.};$$

$$C_3 = 20,6 + \left( \frac{3536}{250} + 32,13 \right) \cdot 173,7 = 8058,4 \text{ руб.}$$

Исходя из минимальных затрат и продолжительности работ наиболее целесообразно применение скрепера Д-213А (3-я марка) со следующими техническими характеристиками.

Емкость ковша

геометрическая:  $10 \text{ м}^3$ ;

с шапкой:  $12 \text{ м}^3$ .

Ширина захвата  $2,82 \text{ м}$ .

Глубина резания  $0,3 \text{ м}$ .

Буксирующий базовый трактор Т-180.

Наибольшая скорость движения  $12 \text{ км/ч}$ .

Для наиболее полной и быстрой загрузки ковша прицепных скреперов, работающих группами, рекомендуется применять трактор-толкач. Ориентировочное количество скреперов, обслуживаемое одним толкачом, 3–5. Следовательно, в рассмотренном примере в состав механизированного комплекса войдут: бульдозеры ДЗ-42, скреперы Д-213А и тракторы-толкачи. Количество машин

будет в каждом случае регламентировано объемом работ и сроками выполнения этих объемов.

### III. *Выбор технологической схемы производства работ по планировке строительной площадки*

При выборе и обосновании технологической схемы производства работ по вертикальной планировке строительной площадки следует исходить из необходимости первоочередного представления фронта работ для разработки котлована (траншеи) и характера рельефа местности.

Необходимость быстрее предоставления фронта для разработки котлована под сооружение требует определения границ участков первоначального и последующего производства работ на площадке.

Так, при относительно спокойном местном рельефе площадки и привязке котлована под сооружение в средней части (рис. Г.4) целесообразно выполнить продольное разделение на три приблизительно равных участка размером  $600 \times 130$  м. Зная среднюю дальность транспортирования земляных масс, принимаем механизированный комплекс, который для рассматриваемой схемы будет состоять из ведущей машины-скрепера, вспомогательных машин — бульдозера, рыхлителя (в случае разработки глинистых грунтов) и катков для послойного уплотнения насыпи.

Как показано на рис. Г.4, скрепер работает по спирали, начиная с 1-го участка. По мере готовности этого участка скрепер перемещается на 2-й участок, предоставляя фронт работ по разработке котлована. Дальнейшее производство планировочных работ на 2-м и 3-м участках ведется параллельно с разработкой котлована под сооружение.

При выполнении планировочных работ при более сложном рельефе (рис. Г.5) возможно деление площадки на два симметричных (равновеликих) участка размером  $300 \times 400$  м каждый.

Для разработки грунта возможно применение двух технологических схем: скреперными (А) или спаренными (групповыми) бульдозерными комплексами (В). Разработка бульдозерами под уклон позволяет увеличить производительность машины. Так, при уклоне 10 % производительность бульдозера увеличивается в 1,4–1,8 раза,

при уклоне более 20 % – в 1,8–2,0 раза. Уклон более 20 % не рекомендуется, так как уменьшается скорость холостого хода.

Выбранная и обоснованная технология производства работ вычерчивается на бумаге в масштабе 1:200 с изображением плана и разреза, а также путей перемещения грунта.

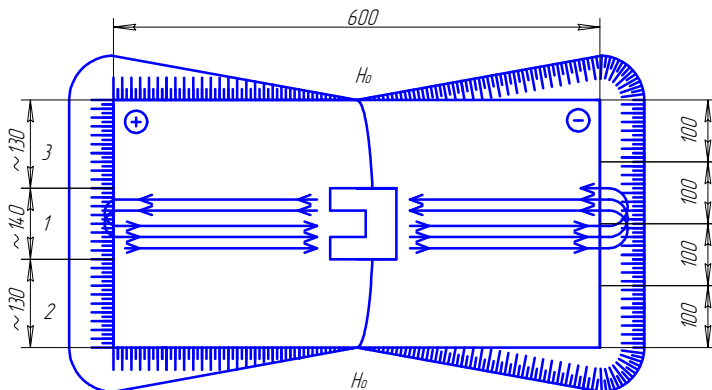


Рис. Г.4. Примерная схема продольной планировки площадки с разбивкой на три равных участка

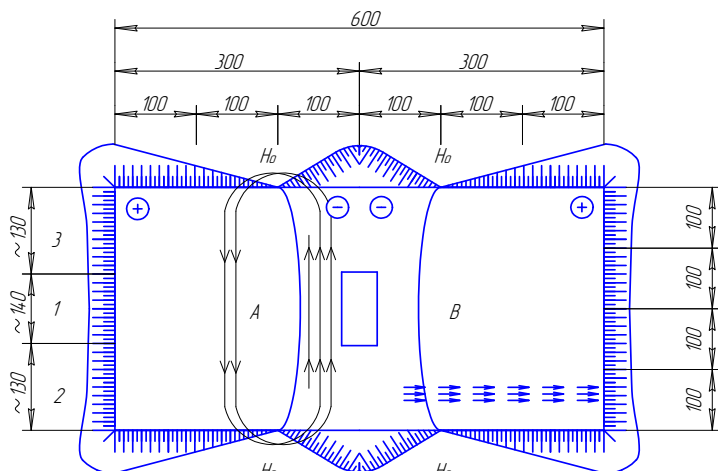


Рис. Г.5. Примерная схема производства планировочных работ строительной площадки при делении на два равных участка:  
 А – вариант разработки скреперами по спирали; В – вариант групповой разработки бульдозерами

#### *IV. Техничко-экономическое обоснование машин (механизмов) для производства работ по вертикальной планировке*

При назначении машин (механизмов) и для технико-экономического обоснования окончательного их вида (марки) должны быть учтены категория грунта и объем работ.

По трудности разработки бульдозерами и скреперами грунты разделяются на категории, указанные в ЕНиР, сб. № 2, табл. 1, или ГЭСН, сб. № 1. Также виды грунтов, подлежащих разработке экскаваторами, указаны в прил. Ж.

Грунты, представленные тяжелыми суглинками, глинами, и мерзлые грунты до начала их разработки бульдозерами и скреперами должны быть предварительно разрыхлены. Поэтому в состав бульдозерного или скреперного комплекса в этих случаях включается рыхлитель. Для выполнения больших объемов работ в глинистых и других плотных грунтах рекомендуется применять тяжелые бульдозеры с отвалом до 4,5 м на тракторах типа ДЭТ-250, Т-300, Т-500. При небольших объемах работ или на вспомогательных работах в составе скреперного комплекса применяются бульдозеры на тракторах Т-100М, Т-180 с отвалом от 1,3 до 3,5 м. Для мелких рассредоточенных объемов — на тракторах Т-74, Т-40А, МТЗ-52.

Выбрав и обосновав принятую технологию производства работ, вид механизированного комплекса, назначают два-три типа ведущей машины (механизма), и для каждой из них выполняется анализ по уравнениям, указанным выше. Исходя из наименьших стоимостных затрат и продолжительности работ принимаются окончательный тип и мощность ведущей машины. В заключении приводится окончательный состав комплекса и основные технические параметры каждой машины.

Согласно указаниям по производству работ (ЕНиР, сборник 2 «Земляные работы», § Е2-1-14, или ГЭСН, сб. № 1) наполнение ковша самоходного скрепера производится обязательно при помощи трактора-толкача. Кроме того, самоходные скреперы требуют поддержания землевозных дорог в хорошем состоянии, для чего на группу скреперов закрепляется бульдозер. Следовательно, комплекс будет иметь следующий состав: скрепер — ведущий механизм, трактор-толкач, трамбующая машина и бульдозер. Количество механизмов определится исходя из директивных сроков работ.

Отсыпка грунта в насыпь производится послойно с обязательным уплотнением. Для уплотнения грунтов применяют прицепные и гладкие самоходные и кулачковые катки, пневмоколесные, вибрационные и другие катки.

Вид уплотнителя определяется на основании технико-экономического сравнения двух наиболее подходящих марок машин (механизмов).

#### *V. Выбор механизированного комплекса для производства работ по котловану или траншее*

В качестве землеройного механизма при разработке котлована или траншеи применяются преимущественно экскаваторы с прямой и обратной лопатой или драглайны.

При выборе типа экскаватора необходимо сначала определить для каждого конкретного случая разработки котлована (траншеи) целесообразную емкость ковша. Требуемая емкость ковша для разработки котлована или траншеи определяется размерами забоя, обеспечивающими наполнение ковша грунтом за одно черпание. Наибольшая эффективная высота забоя для экскаватора с прямой и обратной лопатой принимается по данным табл. Г.1.

Таблица Г.1

Рекомендуемая высота забоя для экскаваторов, оборудованных прямой и обратной лопатой

Категория грунта	Емкость ковша, м <sup>3</sup>				
	0,15	0,25–0,3	0,5	0,65	0,8 и более
I, II, III, IV	Ковш с зубьями				
	1 1,5	1,5 2,5	1,5 3	2 4	3 5
I, II, III	Ковш со сплошной режущей кромкой				
	1 1	1 1,5	1,5 2	2 4	3 5

*Примечание.* Высота забоя не должна превышать наибольшей высоты резания экскаватора.

Кроме высоты забоя на выбор емкости ковша оказывает влияние объем выполняемых земляных работ (табл. Г.2).

Рытье траншей с вертикальными стенками и узких котлованов ведут одноковшовыми экскаваторами с обратной лопатой или драглайном, а также многоковшовыми (цепными или роторными) экскаваторами.

Таблица Г.2

Рекомендуемые емкости ковшей экскаваторов для разработки котлованов глубиной до 5 м в грунтах I—III категорий

Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Объем работ, м <sup>3</sup>	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Объем работ, м <sup>3</sup>
0,15–0,35	до 500	0,80–1,0 1,0–2,0	2000–3000 более 3000
0,35–0,65	500–1000		
0,65–0,80	1000–2000		

Тяжелые грунты III–IV категорий наиболее целесообразно разрабатывать экскаваторами с прямой лопатой, так как их производительность выше, чем у экскаваторов других типов при одинаковой емкости ковша.

В мокрых грунтах при отсутствии способа водопонижения следует применять экскаваторы с обратной лопатой или драглайны, которые могут разрабатывать грунты ниже уровня своей стоянки.

Экскаваторы следует подбирать с таким расчетом, чтобы агрегат мог сделать выемку с минимальным количеством проходок и погрузить грунт на транспорт или в отвал с одной стоянки.

Технико-экономическое обоснование типа экскаватора рекомендуется производить путем сравнения трех машин, отличающихся емкостью ковша и другими параметрами. Порядок выбора оптимального экскаватора производится в последовательности, указанной выше. Оптимальный тип экскаватора определится из минимальных затрат на разработку и заданного объема грунта.

*Пример.* Необходимо разработать котлован под сооружение общим объемом 3000 м<sup>3</sup>. Принята семичасовая рабочая смена. Грунт – твердые глины, которые по трудности разработки, согласно приложению В, относятся к IV группе.

Для сравнения примем три вида экскаваторов, оборудованных прямой лопатой с гибкой подвеской, пользуясь прил. И, Л (табл. Л.2).



1. Э-652Б с емкостью ковша 0,65 м<sup>3</sup>.
2. Э-10011Д с емкостью ковша 1,0 м<sup>3</sup>.
3. Э-1251Б с емкостью ковша 1,25 м<sup>3</sup>.

1. Согласно § Е2-1-8, табл. 3, находим норму времени на 100 м<sup>3</sup> грунта по обмеру в плотном теле для IV группы грунта:

$$H_{\text{вр.1}} = 2,9 \text{ маш.-ч};$$

$$H_{\text{вр.2}} = 2,3 \text{ маш.-ч};$$

$$H_{\text{вр.3}} = 1,8 \text{ маш.-ч}.$$

2. Расчетная эксплуатационная производительность экскаваторов:

$$П_1 = \frac{6,82}{2,9} \cdot 100 = 235 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$П_2 = \frac{6,82}{2,3} \cdot 100 = 296 \text{ м}^3/\text{см.};$$

$$П_3 = \frac{6,82}{1,8} \cdot 100 = 378 \text{ м}^3/\text{см}.$$

3. Необходимое количество машино-смен для выполнения заданного объема:

$$T_1 = \frac{3000}{235} = 12,7 \text{ маш.-см.};$$

$$T_2 = \frac{3000}{296} = 10,1 \text{ маш.-см.};$$

$$T_3 = \frac{3000}{378} = 7,9 \text{ маш.-см}.$$

4. Найдем стоимость затрат применения каждого экскаватора и сравним результаты:

$$C_1 = 25,9 + \left( \frac{3819}{400} + 27,3 \right) \cdot 12,7 = 493,8 \text{ руб.};$$

$$C_2 = 31,3 + \left( \frac{4320}{400} + 33,25 \right) \cdot 10,1 = 476,2 \text{ руб.};$$

$$C_3 = 38,9 + \left( \frac{5261}{400} + 28,0 \right) \cdot 7,9 = 364,0 \text{ руб.}$$

Исходя из минимальной стоимости и продолжительности работ, принимаем экскаватор Э-1251Б со следующими техническими характеристиками (по прил. Л, табл. Л.2):

1. Емкость ковша —  $1,25 \text{ м}^3$ .
2. Длина рукоятки  $l_p$  —  $4,9 \text{ м}$ .
3. Наибольшая высота  $H_2$  при максимальном радиусе копания —  $2,9 \text{ м}$ .
4. Наибольший радиус копания  $R$  —  $9,9 \text{ м}$ .
5. Наибольшая высота разгрузки  $H_1$  —  $5,1 \text{ м}$ .
6. Радиус разгрузки  $R_2$  при высоте  $H_1$  —  $8,3 \text{ м}$ .
7. Наибольший радиус разгрузки  $R_1$  —  $8,9 \text{ м}$ .
8. Высота выгрузки  $H_2$  при наибольшем радиусе выгрузки  $R_1$  —  $2,9 \text{ м}$ .
9. Наибольшая высота копания  $H$  —  $7,8 \text{ м}$ .
10. Наибольший радиус резания  $R_3$  на уровне стоянки —  $6,3 \text{ м}$ .
11. Глубина резания ниже уровня стоянки  $B$  —  $2,0 \text{ м}$ .
12. Масса экскаватора —  $41 \text{ т}$ .
13. Продолжительность цикла при угле поворота  $90^\circ$  —  $19 \text{ с}$  (или 3 цикла в минуту).

Данные параметры экскаватора необходимы для разработки технологической карты при экскавации грунта из котлована, на которой должны быть изображены план и разрез выемки с разбивкой на проходки, схема движения экскаватора и места расположения транспорта.

Кроме самосвалов в комплекте с одноковшовым экскаватором должен работать бульдозер. В функции бульдозера входят снятие недобора грунта, планировка грунта и ремонт дорог. Рекомендуемая марка бульдозера зависит от емкости ковша экскаватора. Например, для экскаваторов с емкостью ковша от  $1\text{--}2 \text{ м}^3$  рекомендуется бульдозер ДЗ-53 на тракторе Т-100М.

Количество экскаваторов в каждом случае определяется фактическим объемом выемки и директивными сроками выполнения объема работ на строительной площадке.

#### *VI. Выбор и обоснование технологии производства работ по разработке котлована или траншеи*

Выбор технологии производства работ по разработке котлована или траншеи зависит от типа применяемого экскаватора.

Отрывка котлованов экскаватором, оборудованным прямой лопатой, может производиться лобовым, лобовым уширенным забоем или боковым забоем.

Одна из основных задач выбора технологии проходки или экскавации котлована – определение оптимальной ширины забоя, так как от нее зависит производительность машины.

При лобовом забое оптимальная ширина проходки на уровне бровок котлована равна:

$$B_{\text{бр}}^{\text{опт}} = 1,5-2,0 R, \text{ м}, \quad (\text{Г.4})$$

где  $R$  – наибольший радиус копания экскаватора, м.

Минимальная ширина прохода по низу лобового забоя должна быть не менее:

$$B_{\text{ст}}^{\text{мин}} = 1,5 R_3, \text{ м}, \quad (\text{Г.5})$$

где  $R_3$  – наибольший радиус копания на уровне стоянки, м.

Для узких котлованов целесообразно применять экскаваторы с обратной лопатой или драглайны.

При проходке котлована уширенным лобовым забоем экскаватором с прямой лопатой (рис. Г.6) оптимальная ширина забоя по бровкам должна отвечать соотношению:

$$B_{\text{бр}}^{\text{опт}} = 3,0-3,5 R, \text{ м}, \quad (\text{Г.6})$$

где  $R$  – наибольший радиус копания экскаватора с прямой лопатой, м.

Экскаватор с обратной лопатой, как правило, предпочтительнее экскаватора с прямой лопатой, так как нет бросовых работ по устройству въездной траншеи и работа экскаватора не зависит от уровня грунтовых вод. Однако следует иметь в виду, что глубина копания составляет всего 4–6 м.

Длина передвижения экскаватора вдоль оси забоя происходит по схеме «зигзаг» и определяется как:

$$l_{\text{пз}} = 0,5 \cdot l_{\text{п}}, \quad (\text{Г.7})$$

где  $l_{\text{пз}}$  – длина передвижения (шага) экскаватора вдоль оси забоя при работе по схеме «зигзаг»,  $l_{\text{пз}} = R_{\text{max}} - R_{\text{min}}$ ,  $l_{\text{пз}} \approx 2,0-3,0$  м;  $l_{\text{п}}$  – длина рабочей передвижки вдоль оси забоя при обычной лобовой проходке, равная  $l_{\text{п}} = 0,75 \cdot l_{\text{р}}$ ;  $l_{\text{р}}$  – длина рукоятки экскаватора, принимаемая по справочным данным прил. 4 и 5, м.

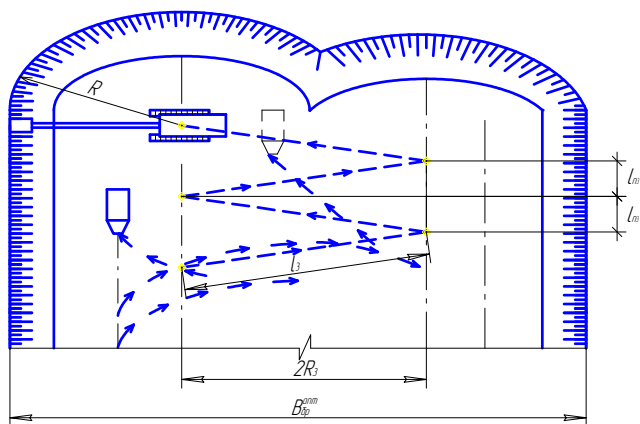


Рис. Г.6. Примерная технологическая схема уширенного лобового забоя при проходке котлована экскаватором с прямой лопатой:

$R$  – наибольший радиус копания;  $B_{\text{оп}}^{\text{опт}}$  – оптимальная ширина уширенного забоя;  $l_{\text{пр}}$  – длина передвижения экскаватора по оси забоя;  $l_3$  – длина пути «зигзага»

Длина пути «зигзага» при перемещении экскаватора не должна быть больше:

$$l_3 = 2\sqrt{R_0^2 + l_{\text{пр}}^2} + 2R_3, \text{ м}, \quad (\text{Г.8})$$

где  $R_0$  – оптимальный радиус резания экскаватора, м.

С каждой стоянки при данной технологической схеме экскаватор разрабатывает половину грунта котлована по ширине.

Разработка котлованов обычно ведется боковыми проходками (рис. Г.7). Максимальная ширина боковой проходки не должна быть больше, чем

$$B_{\text{оп}} = B_1 + B_2, \text{ м}, \quad (\text{Г.9})$$

где  $B_1$  – оптимальное расстояние от оси экскаватора до бровки откоса, равное

$$B_1 = 0,75 \cdot R; \quad (\text{Г.10})$$

$B_2$  – расстояние от оси экскаватора до подошвы внешнего откоса, равное

$$B_2 = 0,7 \cdot R_3. \quad (\text{Г.11})$$

Количество проходок для широких котлованов может быть найдено

$$\Pi = \frac{B_{\text{котл}}}{B_{\text{бр}}}, \quad (\text{Г.12})$$

где  $B_{\text{котл}}$  – ширина котлована на уровне бровок;  $B_{\text{бр}}$  – ширина проходки на уровне бровок.

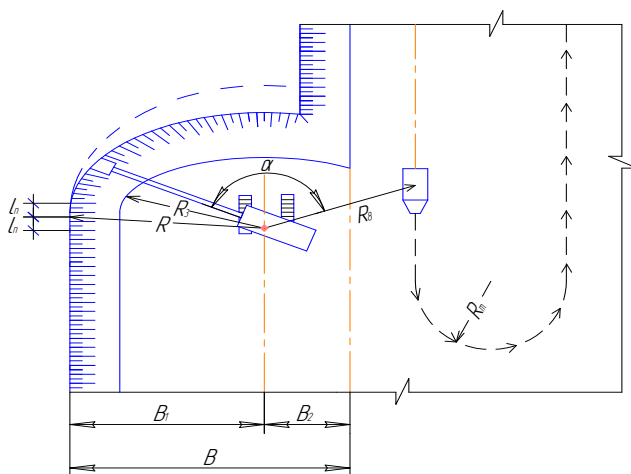


Рис. Г.7. Примерная технологическая схема разработки котлована боковым забоем уширенной проходкой:  $R$  – наибольший радиус копания;  $R_{\text{б}}$  – наибольший радиус копания на уровне стоянки экскаватора;  $l_{\text{п}}$  – длина рабочей передвижки экскаватора;  $B_1$  – оптимальное расстояние от оси экскаватора до бровки откоса;  $B_2$  – расстояние от оси экскаватора до подошвы внешнего откоса

Разработку котлованов экскаваторами с обратной лопатой производят боковыми (продольными) и лобовыми (торцевыми) проходками.

При работе по продольной технологической схеме (рис. Г.8) экскаватор за несколько проходок разрабатывает грунт, передвигаясь вдоль бровки котлована. Разрабатываемый грунт при последней проходке может укладываться в отвал на расстояние  $R$ . За пределами котлована чаще осуществляется погрузка грунта в транспорт с вывозкой за пределы строительной площадки.

Максимальная передвижка экскаватора до нового уступа по дну котлована  $l_{\text{п}} = 0,75 \cdot R$ , м.

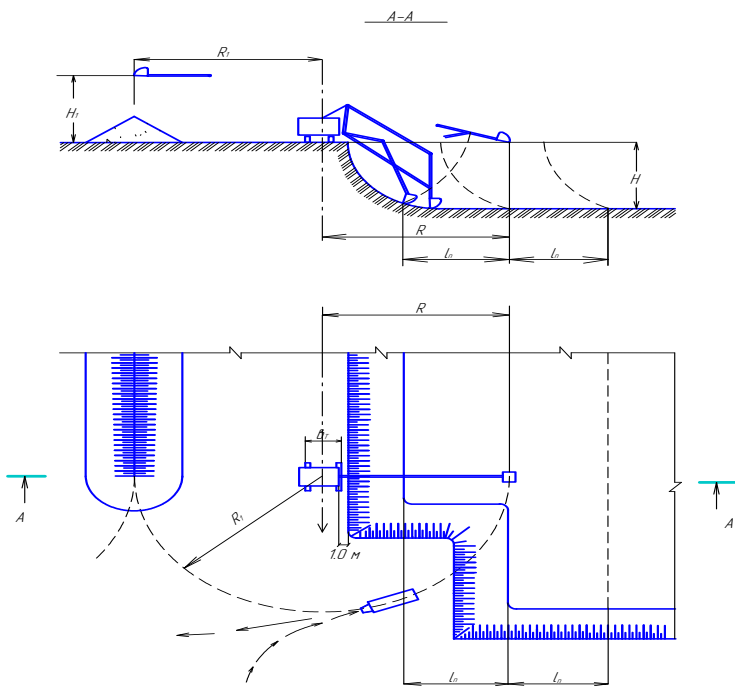


Рис. Г.8. Примерная технологическая схема разработки котлована боковой продольной проходкой экскаватором, оборудованным обратной лопатой:

$H$  – наибольшая глубина копания;  $R$  – наибольший радиус копания;  
 $R_1$  – наибольший радиус выгрузки;  $H_1$  – наибольшая высота выгрузки;  
 $B$  – ширина хода экскаватора;  $l_{п}$  – ширина одной проходки  
или рабочий ход экскаватора

Кроме продольных разработку котлованов производят лобовыми проходками (рис. Г.9) по технологическим схемам, аналогичным для экскаватора с прямой лопатой. При этом экскаватор располагается на уровне верхней бровки и производит погрузку грунта при двусторонней подаче транспорта.

Рытье траншей обычно выполняют лобовыми (торцевыми) проходками одноковшовыми экскаваторами, оборудованными обратной лопатой, драглайном с емкостью ковша  $0,15-1,5 \text{ м}^3$ , а также цепными или роторными многоковшовыми экскаваторами. Грунт укладывают в отвалы на одну или две стороны, а избыток грунта частично вывозится в отвалы.

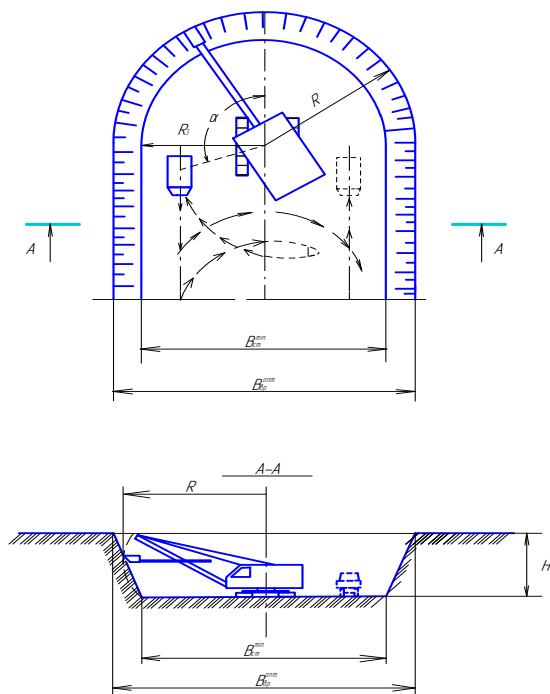


Рис. Г.9. Примерная технологическая схема разработки котлована, оборудованного прямой лопатой, лобовым забоем:  $R$  – наибольший радиус резания;  $R_3$  – наибольший радиус копания на уровне стоянки экскаватора;  $H$  – наибольшая высота копания;  $B_{ст}^{min}$  – минимальная ширина забоя на уровне стоянки;  $B_{бр}^{opt}$  – оптимальная ширина забоя на уровне бровок;  $\alpha$  – максимальный угол поворота стрелы

Обоснованно выбранная технологическая схема производства работ при разработке котлована или траншеи, план и разрез вычерчиваются в масштабе 1:50 или 1:100. При этом обозначаются все необходимые размеры согласно примерным схемам, указанным выше.

При относительно небольшой глубине выемок под котлованы целесообразно вести разработку лобовыми проходками с расположением транспорта выше уровня подошвы забоя (рис. Г.10). Однако в этом случае должно быть соблюдено условие:

$$h \leq H_1 - (h_T + 0,8), \quad (\text{Г.13})$$

где  $h$  – глубина котлована, м;  $H_1$  – максимальная высота выгрузки экскаватора, м;  $h_T$  – высота транспортной единицы до верха борта

(2,5–3,5 м); 0,8 – запас высоты от нижней точки ковша до верха борта, м.

Максимальная ширина забоя от оси экскаватора до бровки у погрузочного пути:

$$B_2 = R_2 - \left( \frac{b_{\tau} + 1}{2} \right), \text{ м}, \quad (\Gamma.14)$$

где  $R_2$  – радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки  $H_1$ , м;  $b_{\tau}$  – ширина хода транспортной единицы, м; 1 – запас, принимаемый с учетом возможности оползания бровки, м.

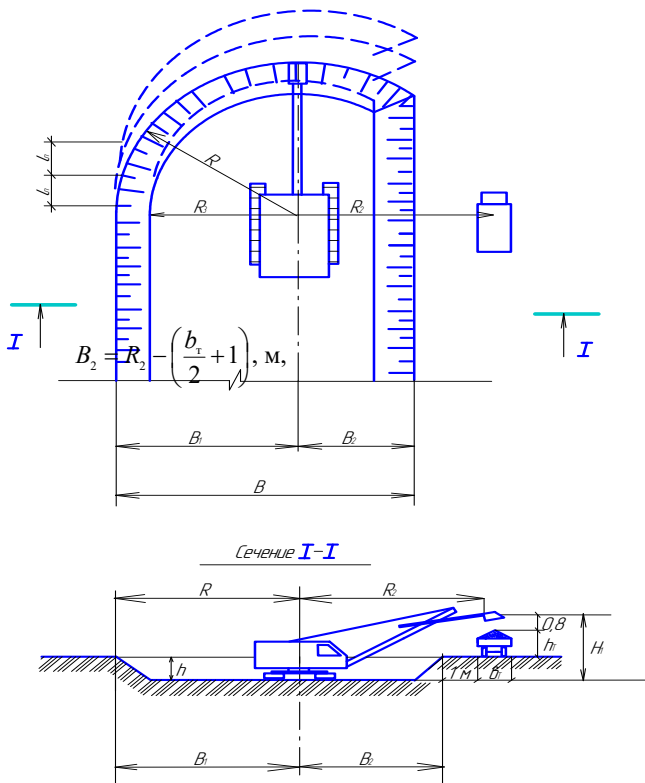


Рис. Г.10. Примерная технологическая схема разработки котлована экскаватором, оборудованным прямой лопатой:  $R$  – наибольший радиус резания;  $R_2$  – радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки;  $H_1$ ,  $R_3$  – радиус резания на уровне стоянки;  $l_n$  – длина рабочей передвижки вдоль оси забоя (2–3 м);  $B$  – общая ширина забоя при лобовой проходке с погрузкой в транспорт, находящийся на бровке котлована



Общая ширина забоя при такой проходке будет равна:

$$B = B_1 + B_2 = 0,75 \cdot R + R_2 - \left( \frac{b_r}{2} + 1 \right), \text{ м}, \quad (\text{Г.15})$$

где  $B_1$  — ширина левой части забоя по ходу экскаватора, принимаемая по уравнению  $B_1 = 0,75 \cdot R$ , м;  $R$  — наибольший радиус копания, м;  $B_2$  — ширина забоя от оси экскаватора до бровки у погрузочного пути, м.

#### VII. Выбор способа зачистки дна котлована или траншеи

Земляные работы по разработке котлованов и траншей в мягких грунтах экскаваторами необходимо выполнять с определенным недобором с целью исключения нарушения естественной структуры грунта в основании (табл. Г.3).

Таблица Г.3

Допускаемые недоборы грунта в основании (см)  
при работе одноковшовыми экскаваторами

Экскаватор	Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>				
	0,25–0,4	0,5–0,65	0,8–1,25	1,5–2,5	3–5
Лопата:					
прямая	5	10	10	15	30
обратная	10	15	20	25	—
драглайн	15	20	25	30	30

Разработку недоборов грунта, как правило, необходимо производить механизированным способом. Остающийся недобор до проектной отметки, который дорабатывается вручную (в местах установки фундаментов), не должен превышать 3–5 см.

Переборы допускаются только в скальных породах при их разработке взрывным способом. Переборы в скальных грунтах следует заполнять песчаным или местным мягким грунтом с тщательным уплотнением.

Переборы после рыхления дна котлована и траншей шпуровыми зарядами или отбойными молотками не должны превышать размеров, указанных в табл. Г.4.

Выбирается оптимальный вариант зачистки дна котлована с учетом выбранного экскаватора.

## Допускаемые переборы дна котлована и траншей

Скальные грунты	Размеры переборов (см) при разработке	
	взрывным способом методом шпуровых зарядов	отбойными молотками
Мягкие, средней крепости и крепкие трещиноватые	20	10
Крепкие не трещиноватые	10	5

## VIII. Расчет автотранспорта при разработке грунта экскаваторами

Расчет выполняется для трех типов машин.

Объем грунта в ковше экскаватора:

$$V = e \cdot K_n, \text{ м}^3, \quad (\text{Г.16})$$

где  $e$  — геометрическая емкость ковша экскаватора,  $\text{м}^3$  (грунт в плотном теле);  $K_n$  — коэффициент наполнения ковша:

- для легких грунтов — 0,87;
- для средних грунтов — 0,83;
- для тяжелых грунтов — 0,80;
- для скальных грунтов — 1,0–1,1.

Количество автосамосвалов для перевозки грунта определяется по формуле

$$N = \frac{T}{t_3}, \text{ шт.}, \quad (\text{Г.17})$$

где  $T$  — время цикла автосамосвала, мин;  $t_3$  — время загрузки автосамосвала, мин.

Время цикла равно:

$$T = t_3 + t_n + t_p + t_m, \text{ мин}, \quad (\text{Г.18})$$

где  $t_3$  — время загрузки, мин;  $t_n$  — время в пути, мин;  $t_p$  — время разгрузки, мин;  $t_m$  — время маневра, мин.

$$t_3 = \frac{60nV}{\Pi_{\text{эк.час}}}, \text{ мин}, \quad (\text{Г.19})$$

$$n = \frac{Q}{V \gamma}, \text{ шт.}, \quad (\text{Г.20})$$

где  $n$  – целое число ковшей экскаватора, загружаемых в автосамосвал;  $Q$  – грузоподъемность автосамосвала, т;  $\Pi_{\text{эк.час}}$  – эксплуатационная производительность экскаватора, м<sup>3</sup>/ч

$$\Pi_{\text{эк.час}} = H_{\text{выр}} = \frac{100T}{H_{\text{вр}}}; T = 1 \text{ ч}; \quad (\text{Г.21})$$

$\gamma$  – объемная масса грунта в плотном теле, т/м<sup>3</sup>;  $\gamma \approx 1,5-2,2$  т/м<sup>3</sup>.

Время в пути определяется по формуле

$$t_{\text{п}} = \frac{2L}{V} 60, \text{ мин}, \quad (\text{Г.22})$$

где  $L$  – расстояние до места отвала, км;  $V$  – скорость движения автосамосвала, км/ч. Обычно принимают  $V = 30-50$  км/ч.

Значения  $t_{\text{р}}$  и  $t_{\text{м}}$  назначаются в зависимости от условий производства земляных работ. Обычно  $t_{\text{р}} + t_{\text{м}} \approx 5-8$  мин.

Совместная работа экскаватора и транспортных средств изображается в виде графика.

Технико-экономическое сравнение трех типов автосамосвалов выполняется по формулам:

$$\left. \begin{aligned} C_1 &= N_1 \cdot C_{\text{м-см}}^1, \text{ руб.} \\ C_2 &= N_2 \cdot C_{\text{м-см}}^2, \text{ руб.} \\ C_3 &= N_3 \cdot C_{\text{м-см}}^3, \text{ руб.} \end{aligned} \right\} C_{\text{мин}}$$

где  $C_{\text{м-см}}^n$  – стоимость машино-смены данного типа автосамосвала (табл. Г.6);  $C_n$  – стоимость работы самосвала, руб.

Рекомендуемые типы автосамосвалов приведены в табл. Г.5.

Таблица Г.5

Рекомендуемые автосамосвалы для перевозки грунта

№ п/п	Вид строительства	Объем грунта в котловане, тыс. м <sup>3</sup>				
		до 3,0	3,0–8,0	8,0–15,0	15,0–30,0	более 30
		Емкость ковша экскаватора, м <sup>3</sup>				
1	Жилые и общественные здания	0,3–0,65	0,65–1,25	1,25–2,0	–	–
2	Промышленные здания	0,5–0,8	0,8–1,25	1,5–2,5	1,5–2,5	3,0 и более

№ п/п	Вид строительства	Объем грунта в котловане, тыс. м <sup>3</sup>				
		до 3,0	3,0–8,0	8,0–15,0	15,0–30,0	более 30
3		Грузоподъемность автосамосвалов, т				
		4,5–7,0	7,0–9,0	9,0–12,0	12,0–27,0	27,0–40,0

*Примечание.* Применение автосамосвалов г/п 27–40 т в условиях городской застройки запрещается.

Таблица Г.6

Расчетная стоимость и себестоимость машино-смен самосвалов

№ п/п	Марка автосамосвала	Грузоподъемность, т	Инвентарно-расчетная стоимость маш.-см., руб.	Средняя стоимость маш.-см., руб.	Нормативное число смен работы машин в году $T^Г$ , см.
1	ГАЗ-5204	2,25	1580	13,2	335
2	ЗИЛ-ММЗ-555	5,2	3610	20,1	335
3	ЗИЛ-4502	5,8	4900	22,6	335
4	МАЗ-5549 (МАЗ-503)	8,0	6420	26,8	335
5	КамАЗ-5511	10,0	9170	35,4	335
6	КрАЗ-256 Б	12,0	9009	35,5	335
7	«Татра 1485»	15,0	21840	59,6	415
8	«Магirus 290 D»	16,6	26145	65,7	415

На основании расчета устанавливается стоимость работы автосамосвалов в течение одной машино-смены и всего времени работы экскаватора (по календарному плану смен).

Технологические схемы разработки грунта

Для экскаваторов с прямой лопатой

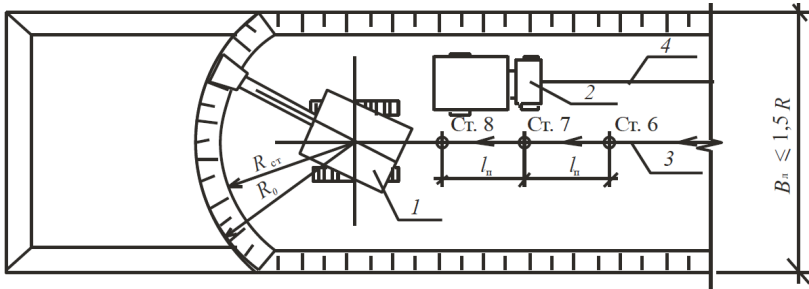


Рис. Д.1. Лобовой забой экскаватора, прямая лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

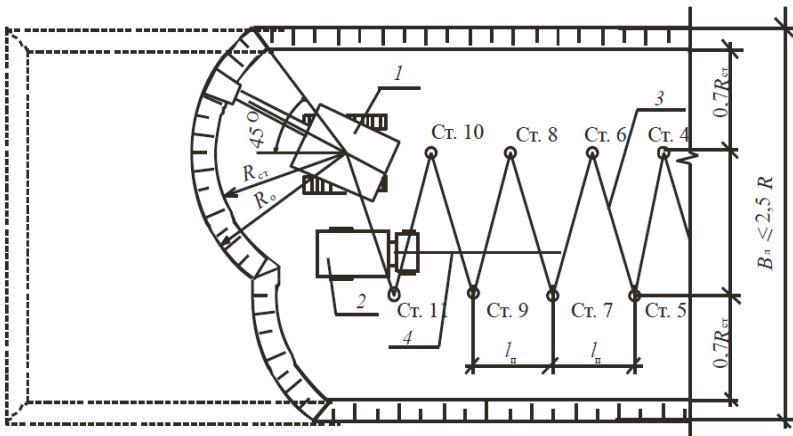


Рис. Д.2. Уширенный лобовой забой экскаватора, прямая лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

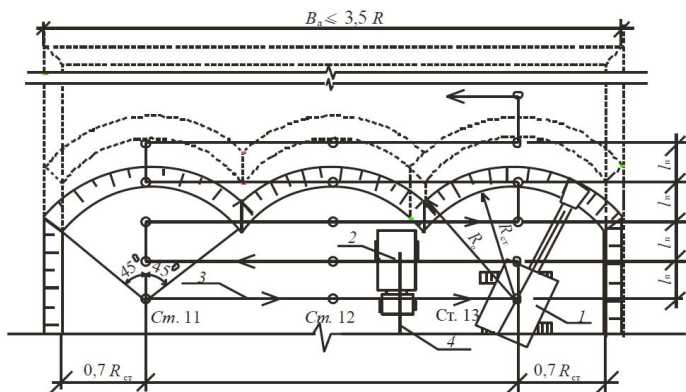


Рис. Д.3. Поперечно-лобовой забой экскаватора, прямая лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

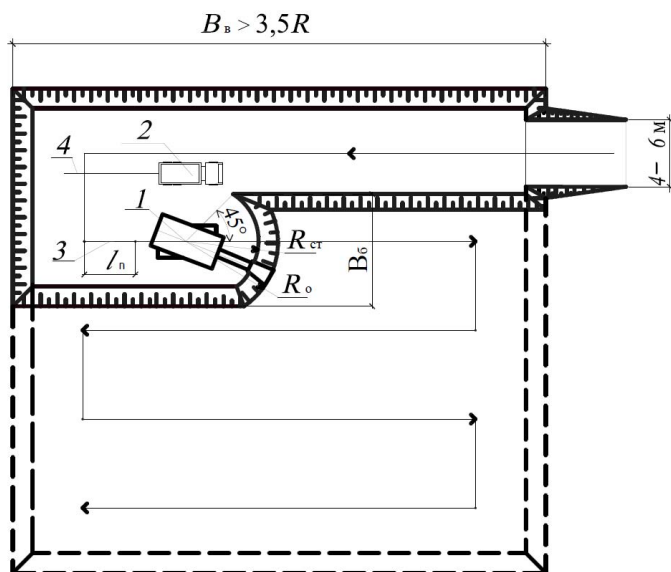


Рис. Д.4. Боковой забой экскаватора, прямая лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

Для экскаваторов с обратной лопатой и драглайн

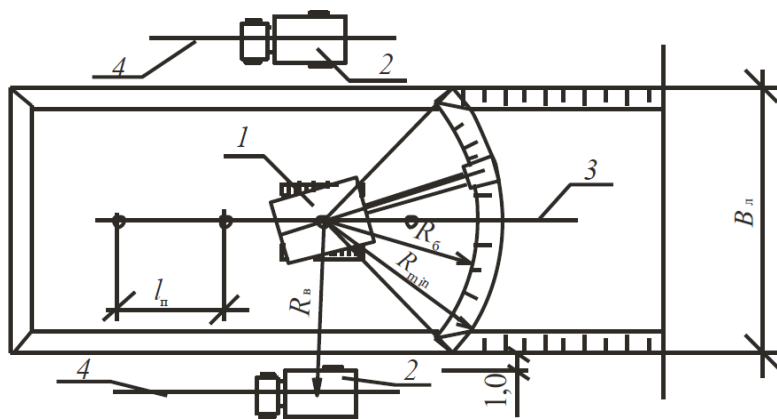


Рис. Д.5. Торцевой забой экскаватора, обратная лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

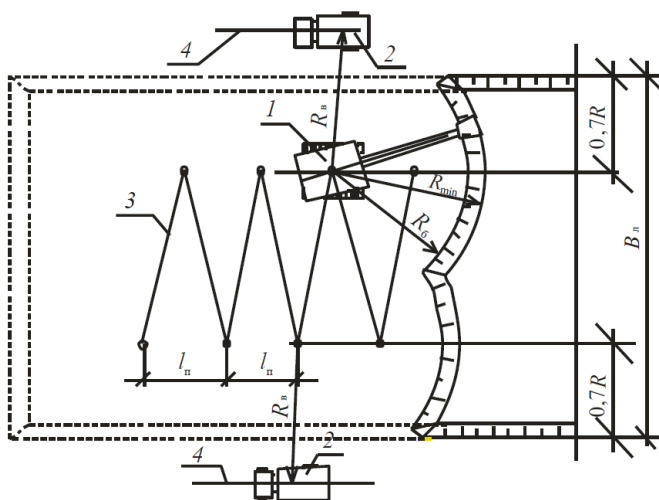


Рис. Д.6. Уширенный торцевой забой экскаватора, обратная лопата:  
 1 – экскаватор; 2 – автосамосвал; 3 – ось движения экскаватора;  
 4 – ось движения автосамосвала

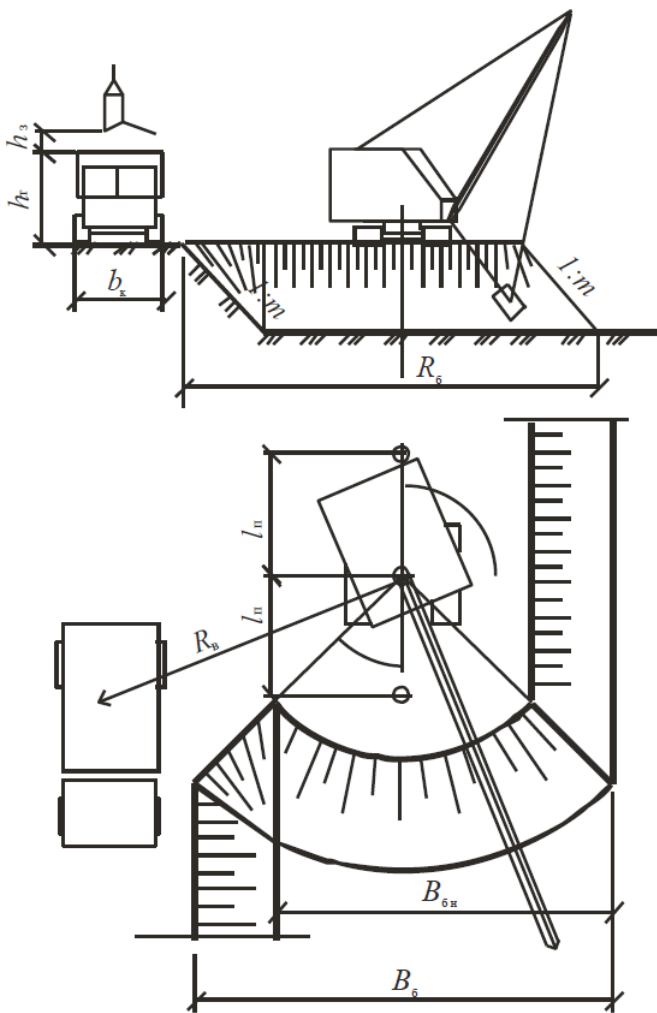


Рис. Д.7. Боковой забой экскаватора, драглайн



*Производство земляных работ в зимних условиях*

Работы в зимних условиях выполняются по специально разработываемым технологическим схемам. При этом к нормам времени применяют поправочные коэффициенты, указанные во вводной части ЕНиР или ГЭСН.

Зимний период для среднего климатического района условно делят на три части. В первой трети этого периода, когда грунт промерзает не более чем на 35 см, котлованы отрывают с такими же откосами, как в летнее время. Недобор грунта до проектной отметки остается таким же. Основание котлованов и траншей предохраняют от промерзания слоем недобора или укрывают их утеплителем. В суглинистых и глинистых грунтах котлованы отрывают непосредственно перед началом строительных работ и засыпают выравнивающим слоем шлака толщиной до 10 см.

Во второй трети зимнего периода грунт промерзает на половину общей глубины промерзания. Объемы работ по котловану (траншее) определяют как для работ, выполняемых в летнее время. Недобор грунта в этот период может быть увеличен до 20–30 см. Остальные работы выполняются так же, как в первую треть зимы.

В последнюю треть зимы грунт промерзает на полную расчетную глубину для данного климатического района. В этот период котлован (траншею) можно отрывать с вертикальными стенками на глубину промерзания, а ниже – с обычными откосами.

Разработка мерзлого грунта одноковшовыми экскаваторами (прямая и обратная лопата) без предварительного рыхления допускается:

- с емкостью ковша 0,5–0,65 м<sup>3</sup> и более при толщине мерзлого слоя до 0,25 м;
- с емкостью ковша 1–1,25 м<sup>3</sup> при толщине мерзлого слоя до 0,4 м.

Подлежащий разработке грунт при большой глубине промерзания должен быть предварительно подготовлен одним из следующих технологических способов:

- предохранением грунта от промерзания;
- оттаиванием мерзлого грунта;

- рыхлением мерзлого грунта;
- резанием мерзлого грунта.

### *1. Выбор способа предохранения грунтов от промерзания*

Предохранение от промерзания наиболее целесообразно для всех грунтов (глины, суглинки, пески и др.) и выполняется до наступления устойчивых морозов.

Рекомендуются следующие способы:

- предварительное рыхление до промерзания грунта (вспашивание, боронование, перелопачивание);
- засоление;
- покрытие поверхности грунта теплоизоляционными материалами;
- удержание снегового покрова;
- пеноизоляция.

В тех случаях, когда сроки работ установлены в первой трети зимнего периода, следует предусматривать вспашивание и боронование, удержание снегового покрова, утепление и засоление. В остальной части зимы выполняется глубокое рыхление (перелопачивание) или утепление теплоизолирующими материалами.

Глубина промерзания грунта  $H$  (см) при предохранении поверхности вспашиванием, боронованием или засыпкой талым грунтом рассчитывается по уравнению

$$H = A \cdot (4p - p^2), \quad (\text{E.1})$$

где  $A$  – коэффициент, учитывающий способ утепления грунта, принимаемый по табл. E.1. Величина  $p$  определяется по уравнению

$$p = \frac{Z \cdot t}{1000}, \quad (\text{E.2})$$

где  $Z$  – время охлаждения грунта, сут;  $t$  – отрицательная температура воздуха за время охлаждения грунта.

Значения коэффициента  $A$ 

Способ обработки поверхности	Величина $p$											
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0
	Коэффициент $A$											
Вспашка на глубину 25 см и боронование	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30	30	30
Засыпка разрыхленным грунтом слоем не менее 0,5 м	35	36	37	39	41	44	47	51	55	59	60	60

**Пример.** Определить глубину промерзания грунта в районе строительства на 1 января при условии, что дневная поверхность его будет вспашана на глубину 25 см и заборонована. Грунт – глина. Средняя температура в ноябре  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , в декабре  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Промерзание грунта в районе строительства начинается с 7 ноября.

*Решение*

Определяем значение величины  $p$ :

Средняя температура в ноябре  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , время охлаждения грунта 23 дня.

Средняя температура в декабре  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , время охлаждения грунта 31 день.

$$3 \times 23 = 69$$

$$8 \times \underline{31} = \underline{248}$$

$$\Sigma 317$$

Значение  $p$  за этот период будет равно  $p = \frac{317}{1000} \approx 0,32$ .

По табл. Е.1 находим величину  $A = 17$ , соответствующую найденному значению  $p$ .

По формуле (Е.1) определяем глубину промерзания грунта при вспашанной и заборонованной поверхности:

$$H = 17 \cdot (4 \cdot 0,3 - 0,3^2) = 18,7 \approx 19 \text{ см.}$$

Глубина промерзания при утеплении снегом определяется по формуле

$$H = 60 \cdot (4p - p^2) \cdot K_1 - B \cdot h_{\text{сн}}, \quad (\text{Е.3})$$

где  $B$  – коэффициент сравнительной теплопроводности снега:

- для рыхлого снега  $B = 3$ ;
- для слежавшегося и насыпного снега  $B = 2$ ;
- для подтаявшего снега  $B = 1,5$ ;

$K_1$  – коэффициент, значения которого приведены в табл. Е.2;  $h_{\text{сн}}$  – средняя высота снежного покрова, см, по данным метеорологической станции или по данным фактических наблюдений на строительстве.

Таблица Е.2

Значения коэффициента  $K_1$  в зависимости от вида утеплителя

Категория грунта	Грунт		Тор- фяная мелочь	Шлак		Древесные утеплители		
	в плот- ном теле	рых- лый		сухой	влаж- ный	опил- ки	струж- ка	ли- стья
Песчаный пылеватый	1,1	1,4	2,8	2,0	1,6	2,8	3,2	3,3
Суглинистый	1,06	1,2	2,3	1,6	1,3	2,3	2,6	2,7
Супесчаный мелкий	1,08	1,3	2,7	1,9	1,6	2,7	3,1	3,1
Глинистый	1,0	1,2	1,9	1,3	1,1	1,9	2,1	2,2

*Примечание.* Значения коэффициентов  $K_1$  действительны для грунтов с низким уровнем грунтовых вод.

Для грунтов с высоким уровнем грунтовых вод (водонасыщенных) значения  $K_1 = 1$ .

**Пример.** Определить глубину промерзания глинистого грунта с высоким уровнем грунтовых вод под слоем слежавшегося снега толщиной 30 см. Значение  $p = 0,8$ .

*Решение.* Определение толщины мерзлого грунта под снегом производим по формуле Е.3:

$$H = 60 \cdot (4p - p^2) \cdot K_1 - B \cdot h_{\text{сн}} = 60 \cdot (4 \cdot 0,8 - 0,8^2) \cdot 1 - 2 \cdot 30 = 94 \text{ см.}$$

Утепление грунта термоизоляционными материалами целесообразно при небольшой площади утепления. Толщина слоя утеплителя (см) предварительно определяется по формуле

$$h_{\text{yr}} = \frac{H}{K_1}, \quad (\text{E.4})$$

где  $H$  – расчетная глубина промерзания без утеплителя, определенная по уравнению E.1, см;  $K_1$  – коэффициент, принимаемый по табл. E.2.

**Пример.** Найти толщину слоя опилок, чтобы предохранить глинистый грунт от промерзания с 7 ноября до 1 января (по графику работ разработка котлована предусмотрена в январе). Средняя толщина снежного покрова  $h_{\text{сн}} = 0$ . Средняя температура в ноябре  $-2,1^\circ$ , в декабре  $-8^\circ$ .

*Решение.* При отсутствии снежного покрова формула E.3 видоизменится, так как  $K_1$  и  $B$  не вводятся, т. е.

$$H = 60 \cdot (4p - p^2).$$

Значение  $p$  определится так:

за ноябрь  $2,1 \cdot 23 = 48$

за декабрь  $\underline{8,0 \cdot 31 = 248}$

Всего  $296 \approx 300$ ;

$$p = \frac{300}{1000} = 0,3;$$

$$H = 60 \cdot (4 \cdot 0,3 - 0,3^2) = 66 \text{ см.}$$

Толщина слоя опилок при величине  $K_1$  (табл. E.2), равном 1,9, определится так:

$$h_{\text{yr}} = \frac{H}{K_1} = \frac{66}{1,9} = 34,7 \approx 35 \text{ см.}$$

При определении общего количества утеплителя для заданной площади следует учитывать уширение контура утеплителя на величину глубины промерзания с каждой стороны.

Для выбранного способа предохранения грунтов от промерзания вычерчивается план технологической схемы с указанием работ на захватках. План вычерчивается в масштабе 1:100 или 1:200. Приводятся технические характеристики машин (механизмов) и состав комплекса.

## II. Выбор способа оттаивания грунта

При достаточном количестве электроэнергии мерзлый грунт можно оттаивать при помощи горизонтальных (накладных) или вертикальных (забивных) электродов.

Оттаивание мерзлых грунтов горизонтальными электродами целесообразно при глубине промерзания грунта до 0,8, обладающего малой электропроводностью либо содержащего значительное количество посторонних включений, не позволяющих забить электроды.

Технологическая последовательность отогрева состоит в укладке электродов непосредственно на очищенную от снега поверхность мерзлого грунта. Электроды из арматурной стали диаметром 12–16 мм укладываются через 0,4–0,8 м один от другого. Каждый электрод подсоединяется к своей фазе (рис. Е.1). После укладки электродов и выполнения коммуникационных работ поле с электродами покрывается слоем опилок (15–25 см), смоченных водным раствором соли. Это обеспечивает проводимость тока в слое опилок и создает первоначальную зону нагрева. По мере оттаивания грунта с поверхности постепенно в зону нагрева включаются прилегающие к опилкам слои грунта. Для лучшей аккумуляции тепла в слое опилок рекомендуется сверху закрывать их пленкой или деревянным щитом.

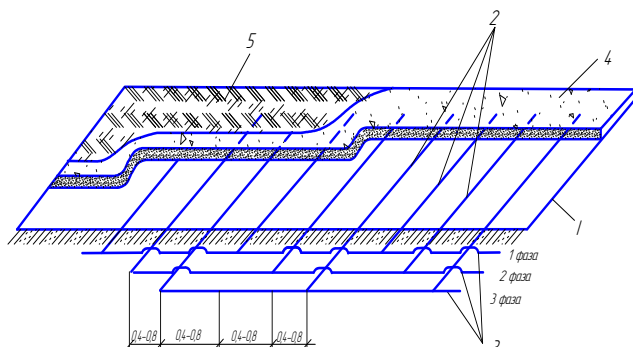


Рис. Е.1. Схема отогрева грунта горизонтальными электродами: 1 – поверхность мерзлого грунта; 2 – электроды из арматурной стали  $d = 12–16$  мм; 3 – проводка каждой фазы; 4 – опилки, смоченные раствором соли; 5 – верхнее утепление (пленка, рубероид, щиты и т. д.)

Отогрев вертикальными электродами более эффективен и применим при глубине мерзлого слоя более 0,7 м. При этом способе электроды погружаются через слой мерзлого грунта до талого слоя на глубину 0,2–0,3 м. Цепь электрического тока в этом случае замыкается в талом грунте, который нагревается и своим теплом оттаи-

вает вышерасположенные слои (рис. Е.2). Последние аналогичным образом воздействуют на верхние мерзлые участки, увеличивая постепенно зону оттаивания. Расстояние между электродами принимается от 0,4 до 0,8 м. Меньшее расстояние относится к напряжению тока 220 вольт, большее – 380 вольт.

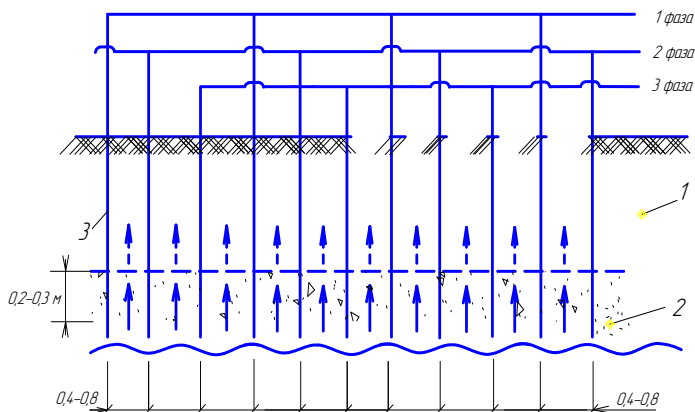


Рис. Е.2. Схема отогрева грунта вертикальными электродами:  
1 – мерзлый слой грунта; 2 – талый грунт; 3 – электроды

Требуемая мощность, расход электроэнергии и длительность отогрева грунта горизонтальными электродами приведены в табл. Е.3.

Таблица Е.3

Средние значения расхода электроэнергии (кВт · ч) и длительность оттаивания грунта (ч) горизонтальными электродами

Температура мерзлого грунта, град	Глубина оттаивания грунта (м) при прогреве через опилки с температурой 70 °С					
	0,2		0,5		0,8	
	длительность оттаивания	расход эл. энергии на 1 м <sup>3</sup>	длительность оттаивания	расход эл. энергии на 1 м <sup>3</sup>	длительность оттаивания	расход эл. энергии на 1 м <sup>3</sup>
-2	3,0	10	18	33	46	58
-5	4,0	19	26	45	66	80
-10	5,0	24	31	61	80	107

Этот способ более экономичен, так как снижаются потери тепла с поверхности в атмосферу. К тому же прогрев грунта можно прекратить, не доводя зону оттаивания грунта на 20 см до дневной поверхности. Этот мерзлый слой может оттаять за счет аккумулированного тепла. Кроме того, существующие экскаваторы при емкости ковша 0,5 м<sup>3</sup> и более способны разрабатывать мерзлую корку толщиной до 40 см.

Средние значения потребляемой мощности, расход электроэнергии и время оттаивания приведены в табл. Е.4.

Таблица Е.4

Средние значения потребной мощности (кВт), расход энергии (кВт · ч) и длительность оттаивания (ч) грунта вертикальными электродами на 1 м<sup>3</sup> суглинков влажностью 18–20 %

Температура верхнего слоя мерзлого грунта, град	Напряжение тока					
	220 вольт			380 вольт		
	потребная мощность, кВт	средний расход эл. энергии, кВт · ч	длительность, ч	потребная мощность, кВт	средний расход эл. энергии, кВт · ч	длительность, ч
-2	0,8	25	12	3	19	5
-5	0,7	29	18	2,5	22	7
-10	0,4	32	30	1,5	28	12

Вычерчивается технологическая схема (М 1:100, 1:200) разработки котлована или траншеи с указанием последовательности работ на захватках (рис. Е.3, Е.4). Для двух характерных процессов (например, экскавация и схема электрооттаивания) вычерчиваются разрезы. Указываются механизмы (машины), включенные в состав комплекса, приводятся их технические характеристики.



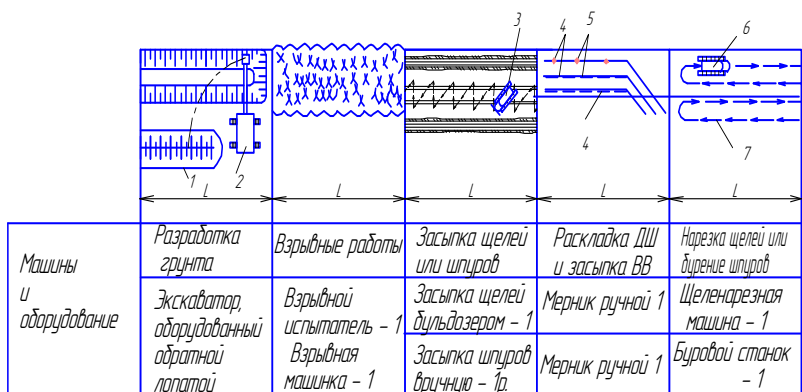


Рис. Е.3. Примерная технологическая схема производства работ при разработке траншеи с рыхлением мерзлого слоя взрывным способом:  $L$  – длина захватки; 1 – отвал грунта; 2 – экскаватор; 3 – бульдозер; 4 – заряды ВВ; 5 – детонирующий шнур; 6 – буровая или щеленарезная машина; 7 – направление нарезки щелей или бурения шпуров

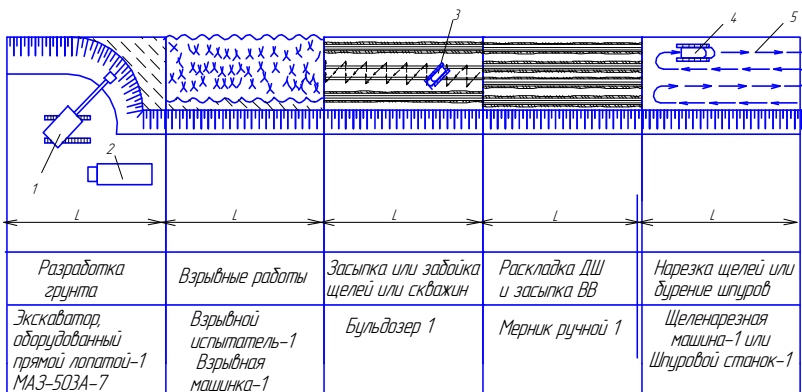


Рис. Е.4. Примерная технологическая схема производства работ при разработке широкого котлована с рыхлением мерзлого слоя взрывным способом: 1 – экскаватор; 2 – автомобиль-самосвал; 3 – бульдозер; 4 – щеленарезная машина или буровой станок; 5 – направление нарезки щелей

### III. Выбор способа механического рыхления грунта

Механическое рыхление пород и мерзлых грунтов осуществляется статическими рыхлителями, механизмами ударного действия и резанием.

Статическое рыхление – это послойное разрушение плотных, мерзлых и скальных грунтов с последующей их уборкой землеройными, землеройно-транспортными или погрузочными машинами. Статические рыхлители выполняются навесными к гусеничным или колесным серийным тракторам. Эффективность работы рыхлителя зависит от тягового усилия базового трактора и прочности (группы) разрабатываемого грунта.

Таблица Е.5

Технические характеристики машин статического действия

Марка рыхлителя и базовый трактор	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Количество зубьев, шт.	Глубина рыхления, м	Масса навесного оборудования, кг
МГ-1-40 (Т-100МГП)	25	1	0,46	1600
ДП-26С (Т-130Г-1)	30	1	0,45	1400
ДП-22С (Т-180 КС)	30–40	1–3	0,50	3200
Д-67 1С (Т-220)	40–60	1–3	0,50	3800
ДП-9С (ДЭТ-250)	60–80	1–3	0,70	5925
ДП-9С-1 (ДЭТ 250)	60–70	1	1,20	3700
ДП-10С (Т-330)	70–90	1–3	0,7	4150
ДП-11С (Т-500)	80–95	1	1,0	5000

Область применения машин статического рыхления в летнее время распространяется на плотные глины, трещиноватые горные породы, а также породы с большим количеством каменистых включений при их разработке бульдозерами и скреперами.

В зимнее время указанные машины применяются для рыхления промерзшего слоя под «корку», т. е. при глубине мерзлого слоя от 0,46 до 1,2 м, когда коронка зуба рыхлителя движется по талому грунту. Такое рыхление эффективно при производстве планировочных работ в первой трети зимы, когда грунт еще не промерз на полную глубину. При толщине мерзлого слоя больше 0,7 м рыхление выполняется послойно с толщиной слоя рыхления не более 0,4–0,5 м.

Ударное рыхление чаще всего применяется для рыхления мерзлых грунтов дроблением и откалыванием при помощи клина или «шар-бабы», которыми оборудуются копры и экскаваторы (табл. Е.6).

Таблица Е.6

Технические характеристики механизмов ударного действия

Наименование машины (базовая машина)	Производительность механизма, м <sup>3</sup> /ч	Максим. глубина рыхления, м	Вес ударного груза (узла), кг	Высота подъема клина, м
Прицепной виброклин (Т-100М)	30	1,5	—	—
Машина МНС-2 (Т-100М)	30	1,5	1500	1,5
Трехклиновый рыхлитель (Э-302Б)	16–18	1,1	2500–3000	5,5
Установка СПИ-2 (Т-100М)	15–20	1,5	2100	4,5
Машина УТМ-150-2 (Э-303Б)	9	—	380	—
Клин-молот С-222 (Т-100М)	10-20	—	3500	3,0
Трехклинный рыхлитель прицепной (Т-100М)	20	0,35	4000	4,0
Виброклин (Т-130ЧТЗ)	15–45	1	—	—
Экскаватор с ковшом активного действия (Э-652Б, 652В)	55–60	—	—	—
Клин-баба (Э-652Б)	6–8	—	2500–3000	—

Область применения механизма определяется его производительностью и глубиной рыхления.

Резание горных пород и мерзлого грунта заключается в устройстве в нем узких щелей (шириной 140–230 мм) при помощи специального навесного оборудования, которое монтируется на тракторах, траншейных экскаваторах и других машинах. Рабочим органом этих машин являются бары либо фрезы, снабженные специальными резцами из высокопрочной стали.

Таблица Е.7

## Технические характеристики машин для резания породы

Марка машины (базовая машина)	Производитель- ность, м/ч	Глубина проре- заемой щели, м	Ширина проре- заемой щели, см
ДФМ-ГПИ-50 (Т-100М)	50–80	1,2	0,23
М-640 (Т-100М)	410	1,2	0,23
ЭТР-161	—	1,6	0,23
ЭТР-132А (Т-170)	50–70	1,3	0,23
БС-100 (Т-100М)	21	2,0	0,14
Баровая ЭТУ-354	15	2,0	0,23

При помощи машин, указанных в табл. Е.7, твердые породы или мерзлые грунты разрезаются на отдельные блоки размером 0,5×0,5 м или 2,5×2,5 м либо в них устраиваются продольные щели, после чего производятся взрывные работы или ведется непосредственная разработка механизмами.

В зависимости от выбранного способа рыхления грунта вычерчивается технологическая схема производства работ по выемке грунта из котлована или траншеи. План вычерчивается в масштабе 1:100 или 1:200 с указанием технологической последовательности, а величина захваток определяется из расчета круглосуточной работы экскаватора. Для характерных технологических операций вычерчиваются разрезы (не менее двух). Приводятся экономически обоснованные виды машин, их технические характеристики и состав комплекса.

**Классификация грунтов по группам в зависимости от трудности их разработки механизированным способом**

Грунт и его характеристика	Средняя объёмная масса в плотном состоянии, т/м <sup>3</sup>	Разработка грунта						Рыхление грунта тракторными плугами
		Экскаваторами		скреперами	бульдозерами	грейдерами	бурильно-крановыми машинами	
		одноковшовыми	многоковшовыми					
<b>Растительный слой</b>								
без корней и примесей	1,20	I	I	I	I	I	–	–
с корнями кустарников и деревьев	1,20	I	II	I	II	–	–	–
с примесью щебня, гравия или строительного мусора	1,40	I	II	I	II	–	–	–
<b>Чернозём</b>								
мягкий	1,30	I	I	I	I	I	I	I
отвердевший	1,20	II	II	II	II	III	II	II
<b>Песок</b>								
без примесей, а также с примесями щебня, гравия до 10 %	1,60	I	II	II	II	II	I	–
барханный и дюнный	1,60	II	–	–	III	III	–	–
<b>Супесь</b>								
без примесей, а также с примесями щебня, гравия до 10 %	1,65	I	II	II	II	II	II	–
то же, с примесью в объёме более 10 %	1,85	I	–	II	II	–	–	–
<b>Суглинок</b>								
лёгкий и лёссовидный без примесей	1,70	I	I	I	I	I	I	I
то же, с примесями щебня, гальки, строительного мусора до 10 %	1,70	I	II	I	I	I	I	II

Грунт и его характеристика	Средняя объёмная масса в плотном состоянии, т/м <sup>3</sup>	Разработка грунта						Рыхление грунта тракторными плугами
		Экскаваторами		скреперами	бульдозерами	грейдером	бурильно-крановыми машинами	
		одноковшовыми	многоковшовыми					
то же, с примесью в объёме более 10 %	1,70	I	II	I	I	I	I	II
тяжёлый без примесей и с примесью гальки, щебня в объёме до 10 %	1,75	II	II	II	II	II	I	II
то же, с примесью в объёме более 10 %	1,95	II	—	—	II	—	—	—
<b>Глины</b>								
жирная мягкая без примесей	1,80	II	II	II	II	II	I	I
то же, с примесями щебня, гравия до 10 %	1,75	II	II	II	III	III	I	II
тяжёлая, ломовая, сланцевая, твёрдая	2,15	IV	—	—	III	—	II	—
<b>Известняк</b>								
мягкий, пористый, выветривающийся	1,20	V	—	—	—	—	—	—
скальный (кроме отнесённого к 4-й и 5-й группам)	2,20	V	—	—	—	—	—	—

**Нормативы для расчёта стоимости затрат  
на механизмы и машины**

Наименование машины и значения их основного параметра	Годовой фонд рабочего времени, $T_{год}$ , смен	Затраты на перебазирование, $E_{перебаз}$ , руб.	$\Theta_{год}$ , руб.	$\Theta_{см}$ , руб.
<i>Бульдозеры с неповоротным отвалом на тракторе</i>				
Д-740 (Т-50 АП)	250	5,8	1511	11,27
Д-37 (МТЗ-52)	250	6,0	1445	11,69
ДЗ-29 (Т-74)	250	17,0	2086	18,0
ДЗ-42 (ДТ-75)	250	17,0	2112	18,3
ДЗ-53 (Т-100 М)	250	17,0	2944	18,34
ДЗ-54 (Т-100 МГП)	250	17,0	2981	18,44
ДЗ-9 (Т-180)	250	20,6	5988	23,31
ДЗ-24 (Т-180)	250	20,6	5995	24,01
ДЗ-34С (ДЭТ-250)	250	29,0	13329	40,38
<i>Бульдозеры с поворотным отвалом на тракторе</i>				
ДЗ-43 (ДТ-75 Б)	250	15,0	1751	14,89
ДЗ-18 (Т-100 МГП)	250	17,0	3097	14,37
ДЗ-17 (Т-100 М)	250	17,0	3172	14,38
ДЗ-25 (Т-180)	250	20,6	7298	23,31
ДЗ-51 (Т-220)	250	20,6	9112	28,65
ДЗ-60 (Т-330)	250	29,0	14517	32,14
<i>Скреперы прицепные с трактором с ёмкостью ковша</i>				
ДЗ-33 (Т-74) 3,0 м <sup>3</sup>	250	17,0	1883	15,12
Д-697 (ТП-4) 4,5 м <sup>3</sup>	250	17,0	2024	15,12
ДЗ-12 (Т-100М) 7,0 м <sup>3</sup>	250	17,0	2536	22,26
Д-213А (Т-180) 10,0 м <sup>3</sup>	250	20,6	3536	32,13
Д-511 (ДЭТ-250) 15,0 м <sup>3</sup>	250	29,0	18361	48,65
<i>Скреперы самоходные с ёмкостью ковша</i>				
Д-375М (МАЗ-529) 8,0 м <sup>3</sup>	250	14,9	5288	36,54
Д-567 (МоАЗ-567) 10,0 м <sup>3</sup>	250	24,23	15300	56,64
Д-392 (БелАЗ-531) 15,0 м <sup>3</sup>	250	26,5	19684	64,47

Наименование машины и значения их основного параметра	Годовой фонд рабочего времени, $T_{\text{год}}$ , смен	Затраты на перебази-рование, $E_{\text{перебаз}}$ , руб.	$\Theta_{\text{год}}$ , руб.	$\Theta_{\text{см}}$ , руб.
<i>Тракторы на гусеничном ходу (номинальной мощностью л. с.)</i>				
Т-74 ХТЗ (75)	250	16,6	1950	13,0
ДТ-75 ВгТЗ (75)	250	16,6	1950	13,0
Т-100М ЧТЗ (108)	250	17,0	2185	15,21
Т-180 БА3 (180)	250	20,1	5650	22,5
ДЭТ-250 ЧТЗ (300)	250	31,5	12530	35,7
ТП-4 АТЗ (90)	250	16,2	1720	11,43
Т-130 ЧТЗ (140)	250	20,1	2493	19,6
Т-220 ЧТЗ (220)	250	29,0	6118	28,4
Т-330 ЧТЗ (330)	250	29,0	12640	35,84
Т-500 ЧТЗ (500)	250	29,0	13720	36,83
<i>Колёсные тракторы (номинальной мощностью л. с.)</i>				
Т-40А ЛТЗ (40)	400	7,0	1450	9,2
Т-50АМ ЛТЗ (50)	400	7,2	1480	11,0
МТ-52 МТЗ (52)	400	8,0	1495	11,1
Т-156 ХТЗ (90)	400	8,9	1817	11,8
Т-158 ХТЗ (150)	400	10,1	2117	12,3
К-700 ЛКЗ (200)	400	13,2	4315	15,4
К-700А ЛКЗ (200)	400	13,3	4320	15,4
К-702 ЛКЗ (200)	400	14,0	4400	15,8
<i>Одноосные тягачи</i>				
МАЗ-529М	400	12,3	12310	35,2
МсАЗ-546	400	22,6	14770	45,01
БелАЗ-531	400	26,5	19871	43,86
<i>Двухосные тягачи</i>				
ТО-6 (Д-516А) (75)	400	7,15	1130	8,12
ТО-17 (90)	400	8,0	1450	9,64
ТО-18 (130)	400	19,12	4956	21,2
МоАЗ-542 (240)	400	20,04	12850	42,3
<i>Уплотняющие механизмы и машины: катки гладкие моторные (с балластом)</i>				
Д-338	250	21,12	1720	12,17
Д-339	250	22,15	1856	12,35
Д-400	250	22,63	1895	12,72



Наименование машины и значения их основного параметра	Годовой фонд рабочего времени, $T_{год}$ , смен	Затраты на перебази-рование, $E_{перебаз}$ , руб.	$\Theta_{год}$ , руб.	$\Theta_{см}$ , руб.
Д-260	250	23,71	2115	15,91
Д-221	250	24,03	2203	16,03
<i>Уплотняющие механизмы и машины: катки кулачковые прицепные (безбалластные)</i>				
ДУ-26 (Д-614)	250	21,5	2195	15,41
ДУ-3Б (Д-220 Б)	250	22,15	2785	18,21
<i>Уплотняющие механизмы и машины: прицепные пневмоколесные катки</i>				
ДУ-30 (Д-626)	250	22,5	2740	17,5
ДУ-4 (Д-263)	250	40,1	1141	28,5
ДУ-39 (Д-703)	250	24,0	5650	22,5
ДУ-16 (Д-551)	400	16,41	2310	7,19
ДУ-16Б (Д-551 Б)	400	17,82	2812	8,17
<i>Уплотняющие механизмы и машины: каток прицепной вибрационный</i>				
Д-480	250	27,6	2695	18,13
Вибромашина Д-368Б	250	29,37	2935	22,15
<i>Трамбующие машины</i>				
ДУ-12Б (Т-100)	250	22,5	2740	17,5
ДУ-12В (Т-180)	250	22,75	2790	17,68
<i>Экскаваторы одноковшовые с емкостью ковша, м<sup>3</sup></i>				
— на гусеничном ходу:				
0,25 (ЭО-2621А)	400	13,3	2340	16,66
0,40 (ЭО-302Б; Э-303Б; Э-302БС)	400	13,3	2162	20,51
0,65 (Э-653Б; Э-653В; Э-652БС; ЭО-4121)	400	25,9	3819	27,30
0,80 (ЭО-24123; ЭО-4321)	400	26,3	4010	28,60
1,00 (Э-10011Д; ЭО-5111АС; ЭО-4121)	400	31,3	4320	33,25
1,25 (Э-1251)	400	38,9	5261	28,0
1,40 (Э-1251Б; Э-1252БС)	400	108	5147	28,6
1,60 (ЭО-5122)	400	108	12880	37,1
2,00 (ЭО-5122)	400	108	12880	44,47
2,50 (Э-2503; Э-2505; Э-2505СА-1)	400	123	9722	40,74
3,20 (Э-2505; Э-2505СА-1)	400	123	10910	40,74

Наименование машины и значения их основного параметра	Годовой фонд рабочего времени, $T_{год}$ , смен	Затраты на перебази-рование, $E_{перебаз}$ , руб.	$\Theta_{год}$ , руб.	$\Theta_{см}$ , руб.
— на пневмоколесном ходу:				
0,25 (ЭО-2621А)	400	2,5	1977	17,64
0,50 (ЭО-3322; ЭО-3322А)	400	8,2	2362	18,20
0,50 (ЭО-5015А)	400	8,2	5593	20,09
0,65 (ЭО-4321; ЭО-4123)	400	8,2	5695	21,03
1,00 (ЭО-4121)	400	10,2	7135	29,17
1,25 (ЭО-5122)	400	15,0	8243	33,18
1,60 (ЭО-5122)	400	15,0	8243	33,41
<i>Экскаваторы непрерывного действия для рытья траншей (глубиной, м)</i>				
— цепные экскаваторы:				
ЭТЦ-161 (1,6 м)	400	20,0	2495	23,8
ЭТУ-354 (3,5 м)	400	25,3	2731	27,7
ЭТУ-354А (3,5 м)	400	25,3	2751	27,7
ЭТУ-354 со сменным обо- рудованием для мерзлоты				
— роторные экскаваторы:				
ЭТР-132А (1,3 м)	400	35,1	7420	41,37
ЭТР-132Б (1,3 м)	400	35,1	7420	41,37
ЭТР-161 (1,6 м)	400	36,5	2865	42,5
ЭТР-162 (1,6 м)	400	36,5	2915	43,5
ЭТР-7АМ (2,0 м)	400	37,0	7454	42,5
ЭР-7Е (1,7 м)	400	36,0	7454	42,5
ЭР-7П (2,2 м)	400	37,5	7454	42,5
ЭТР-204 (2,0 м)	400	37,0	7454	42,5
ЭТР-253 (2,5 м)	400	38,0	12837	43,0
<i>Рыхлители статического действия с числом зубьев</i>				
МГ-1-40 (1) (Т-100 МГП)	250	21,13	2213	17,81
ДП-26 С (1) (Т-130Г-1)	250	20,1	2493	19,6
ДП-22 С (1-3) (Т-180КС)	250	24,65	57,90	23,18
Д-671 С (1-3) (Т-220)	250	25,96	5817	236,61
ДП-9 С (1-3) (ДЭТ-250)	250	35,0	12790	37,11
ДП-9 С-1 (1) (ДЭТ-250)	250	35,2	12799	37,60
ДП-10 С (1-3) (Т-330)	250	37,1	12976	39,11
ДП-11 С (1) (Т-500)	250	40,0	14121	40,12

Наименование машины и значения их основного параметра	Годовой фонд рабочего времени, $T_{год}$ , смен	Затраты на перебази-рование, $E_{перебаз}$ , руб.	$\Theta_{год}$ , руб.	$\Theta_{см}$ , руб.
<i>Машины ударного рыхления</i>				
Прицепной виброклин МНС-2	250	22,71	2791	17,69
Трехклиновой рыхлитель СПИ-2	250	22,71	2791	17,69
УГМ-150-2	400	17,35	1780	13,09
Клин-молот С-222	250	24,75	2936	19,35
Виброклин Т-140	250	24,31	4195	21,03
Экскаватор с ковшом активного действия Э-652	400	36,5	3819	27,30
Клин-баба	400	37,1	3911	27,35
<i>Машины для резания породы</i>				
ДФМ-ГПИ-50 (Т-100М)	250	22,75	2790	17,68
М-640 (Т-100М)	250	23,0	2795	18,91
ЭТР-161	400	16,75	2895	18,01
ЭТР-132 А	400	26,15	7895	26,86
БС-100 (Т-100М)	250	22,45	2884	17,12
ЭТУ-354	400	14,12	3015	16,12
<i>Автомобили-самосвалы грузоподъемностью, т</i>				
3,5 (ГАЗ-САЗ-53Б)	400	3,99	562	3,93
4,5 (ЗИЛ-ММЗ-555)	400	4,47	445	4,01
6,0 (МАЗ-205)	400	4,89	435	4,12
7,0 (МАЗ-503Б)	400	6,29	791	5,17
10,0 (КрАЗ-222Б)	400	6,82	1130	7,01
11,0 (КрАЗ-256Б)	400	9,15	1110	7,18
25,0 (МАЗ-525)	400	16,41	2310	7,19
27,0 (БелАЗ-540)	400	17,01	3221	10,21
40,0 (МАЗ-530)	400	28,23	4746	10,15
27,0 (БелАЗ-540А)	400	30,72	4770	15,01
40,0 (БелАЗ-548А)	400	31,12	4917	15,51
75,0 (БелАЗ-549)	400	31,19	5113	15,89
90,0 (КАМАЗ-5510)	400	6,71	1520	7,09

*Справочные данные по бульдозерам*

Марка бульдозера	Базовый трактор	Тяговое усилие, кН	Ширина отвала, м
ДЗ-42	ДТ-75	67,9	2,56
ДЗ-104	Т-4АП1	98,8	3,28
ДЗ-101А	Т-4АП1	98,8	2,86
ДЗ-53	Т-100М	100	4,12
ДЗ-110А	Т-130.1.Г.1	121,4	3,22
ДЗ-35С	Т-180Г	150	3,64
ДЗ-118	ДЭТ-250М	250	4,31
БелАЗ-78231	Т-170	312	4,8
ДСТ-УРАЛ	ТМ10.11	180	3,3
ЧЕТРА Т-11	Т-1101	127	3,85
ЧТЗ	Б10	151,8	3,31
SHANTUI	SD22	260	4,36
Komatsu	D65E-12	235	4,95
KOMATSU	D275A-5	800	4,3
Caterpillar	D6RXL	139,6	3,26

*Технические характеристики экскаваторов*

Таблица Л.1

Экскаваторы, оборудованные драглайном с обратной лопатой

Драглайны	Э-302 Э-304	Э-304, В	Э-504 Э-505	КМ- 602	Э-651 Э-656	Э-801
Вместимость ковша, м <sup>3</sup> с зубьями	0,35	0,4	0,5	0,6	0,65	0,75
с режущей кромкой	0,4	—	0,65	0,8	0,8	1,1
Радиус копания	10,1	11,1	10,2	13,2	10,2	10
Глубина копания	7	7,8	5,6	7,8	5,6	6,7
Радиус выгрузки	8,3	10	8,3	10,4	8,3	9,2
Высота выгрузки	6,3	6	5,5	6,4	5,5	5,5
Длина передвижки	1,25	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
С обратной лопатой с гидравлическим приводом	Э0- 2621А	Э0- 3322	Э-5015	Э0- 3322В	Э0- 4121	Э0- 4121А
Вместимость ковша, м <sup>3</sup>	0,25	0,4	0,5	0,63	0,65	1
Радиус копания	5	8,2	7,3	7,5	9	9
Глубина копания	3	5	4,5	4,3	5,8	5,8
Радиус выгрузки	4,1	8,5	6,6	6,7	8,9	7,4
Высота выгрузки	2,2	5,2	3,9	4,8	5	5
Длина передвижки	1,25	1,4	1,5	1,5	1,6	1,75
Экскаватор Э-4010, с обратной лопатой, с планировочным ков- шом вместимостью 0,4 м <sup>3</sup>	Наибольший радиус копания – 7,4 Наибольшая глубина копания – 3,4 Длина передвижки – 1,4					

Таблица Л.2

## Экскаваторы, оборудованные прямой лопатой

Марка экскаватора и вид подвески	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Длина рукоятки, м	Наибольшая высота при максимальном радиусе копания, м	Наибольший радиус копания, м	Наибольшая высота разгрузки, м	Радиус разгрузки при максимальной высоте разгрузки, м	Наибольший радиус разгрузки, м	Высота выгрузки при максимальном радиусе выгрузки, м	Наибольшая высота копания, м	Наибольший радиус разгрузки на уровне стоянки, м	Глубина резания ниже уровня стоянки, м	Масса экскаватора, т	Продолжительность цикла при угле поворота 90°, с
Э-302Б	0,40	2,3	2,9	5,9	4,3	4,5	5,4	2,9	6,2	3,0	—	11,0	15,0
Э-303Б	0,40	2,3	2,9	6,1	4,3	4,5	5,4	2,7	6,2	3,0	—	11,6	15,0
Э-652Б	0,65	4,5	2,7	7,8	4,3	6,5	7,2	2,7	6,5	4,7	1,5	21,2	15,0
Э10011Д	1,0	4,9	2,5	9,2	5,0	7,4	8,3	2,5	6,5	5,0	1,8	35,0	17,0
Э-1251Б	1,25	4,9	2,9	9,9	5,1	8,3	8,9	2,9	7,8	6,3	2,0	41,1	19,0
Э-2503	2,50	6,1	3,5	12,0	6,4	10,2	10,8	3,5	9,0	7,2	2,8	94,0	22,0

## Технические характеристики экскаваторов, оборудованных обратной лопатой

Марка экскаватора и вид подвески	Емкость ковша, м <sup>3</sup>	Длина рукоятки, м	Наибольший радиус копания, м	Начальный радиус разгрузки, м	Конечный радиус разгрузки, м	Начальная высота разгрузки, м	Конечная высота разгрузки, м	Наибольшая глубина копания, м		Масса экскаватора, т	Минимальная продолжительность рабочего цикла при угле поворота 90°, с
								для траншей	для котлована		
С гибкой подвеской (гусеничный ход)											
Э-302 Б и	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Э-302БС	0,40	2,3	7,8	4,1	6,8	3,1	5,6	4,0	2,6	11,0	15,0
Э-303 Б	0,40	2,3	7,8	4,1	5,5	2,8	4,2	4,3	2,6	11,6	15,0
Э-304 В	0,40	2,3	7,8	4,1	6,8	2,9	5,4	4,2	2,8	13,4	15,0
Э-652 В и	—	—	—	5,0	8,1	2,3	5,3	5,8	4,0	21,2	20,0
Э-652 БС	0,65	2,8	9,2	3,1	7,0	3,1	6,1	—	—	—	—
Э-10011 Д и	1,0	3,0	10,5	4,8	7,8	4,2	—	6,9	6,1	34,2	23,0
ЭО-5111 АС	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35,0	—
Э-1251 Б и	1,4	3,2	11,6	7,0	10,3	3,3	5,5	7,3	6,0	39,4	25,0
Э-1251 БС	—	—	—	5,7	9,3	4,2	7,5	—	—	39,8	—
С жёсткой подвеской (на пневмоходу)											
ЭО-2621 А	0,25	—	5,0	—	—	—	2,2	3,0	—	5,7	15,0
ЭО-3322 и	—	—	—	—	—	—	5,3	—	—	12,7	16,5
ЭО-3322 А	0,50	—	8,2	—	—	—	5,2	5,0	—	14,0	16,0
Э-5015 А	0,50	—	7,0	—	—	—	3,9	4,5	—	11,7	16,0
ЭО-4321	0,65	—	8,9	—	—	—	5,6	5,5	—	17,8	16,0
ЭО-4123	0,65	—	8,9	—	—	—	5,3	5,8	—	17,8	16,0
ЭО-4121	1,0	—	9,2	—	—	—	6,0	5,8	—	20,9	18,0
ЭО-5122	1,25	—	10,8	—	—	—	5,5	7,3	—	36,6	24,0
ЭО-5122	1,6	—	9,6	—	—	—	5,0	6,0	—	36,8	24,0

*Технико-экономические показатели показателей автосамосвалов*

Наименование показателей	Марка автосамосвала										
	КрАЗ 65055	БелАЗ 75131	МАЗ 555102- 223	КамАЗ- 5511	Tatra 851	ЗИЛ- 45085	ГАЗ- 3309	КОМАТСУ HM350-1	EUCLID- HITACHI EH4000ACII	TEREX TA35	KRESS 200c
Полная масса авто- мобиля	28350	107100	18000	22400	13000	11200	8000	28550	384000	29279	342000
Масса перевозимого груза, кг	16000	136000	9800	13000	17000	5325	4500	32300	222000	340000	220000
Объем платформ, м <sup>3</sup>	10,5	46	8,2	6,6	10	3,8	5,6	14,6	14,2	21,0	18
Максимальная скорость, км/ч	90	50	91	90	90	90	90	57,0	56	54	73,5
Емкость топливного бака, л	250	1900	200	250/350	320	170	105	495	1000	380	2801
Контрольный расход топлива при скорости 60 км/ч, л/100 км	32,3	207,2	22	28	45,1	25,8	14	45,3	80,2	54,7	95
Габаритные размеры автосамосвала, мм	8350×	11500×	6000×	6700×	2500	6370×	6435×	10730×	14280×	10650×	14280×
	2950×	6900×	2500×	2500×	2850	2422×	2330×	3250×	9540×	3280×	6740×
Объем кузова, м <sup>3</sup>	2870	5720	3150	2850	14	2810	2350	3595	7360	3529	5640
	12	55	8,2	6,6	6×6	5.36	5,6	14,6	14,2	21,0	18
Колёсная формула	6×4	4×2	4×2	6×4	6×6	4×2	4×2	6×6	4×2	6×6×6	6×6
Стоимость маш./ч, руб./ч	1000	1100	750	800	1400	650	700	2700	3500	3000	2300



***Тарифная сетка рабочих, применяемая в строительстве***

В соответствии со сложностью выполняемых строительных процессов для рабочих основных профессий установлено шесть квалификационных разрядов:

1 разряд — достаточно иметь трудовые навыки и знание правил охраны труда;

2 разряд — нужны некоторые профессиональные навыки;

3 разряд — необходим определенный профессиональный уровень знаний и навыков;

4 разряд — требуется специальная и теоретическая подготовка и большой профессиональный стаж для выполнения процессов средней сложности;

5 разряд — необходимы высокая квалификация и знания для выполнения сложных процессов, организаторские способности для работы звеньевым или бригадиром;

6 разряд — особо сложные процессы.

***Тарифная сетка, применяемая в строительстве в 2016 г.***

Разряды рабочих	1	2	3	4	5	6
Часовая тарифная ставка*, руб./чел.-ч	138,36	150,12	164,09	185,13	213,35	248,63

\* Часовую тарифную ставку первого разряда определяют, исходя из уровня инфляции, по размеру минимальной оплаты труда. Полученный коэффициент повышения зарплаты применяют для корректировки расценок по сдельной оплате труда.



***Вопросы для подготовки к защите курсового проекта  
(работы)***

1. Определение нормы времени, нормы машинного времени и расценки на физический объем работ.
2. Определение числа рабочих смен (машино-смен) и дней для выполнения работы.
3. Организация выполнения строительных работ по выбранным механизмам и проходке.
4. Порядок составления календарного графика на земляные работы.
5. Контроль качества работ и его организация, в том числе: входной контроль рабочей документации, операционный контроль (сверху вниз) и приемочный контроль.
6. Рабочая исполнительная документация, ее состав, назначение и порядок составления.
7. Нагорная канава, ее назначение, объем и порядок устройства.
8. Принцип определения глубины копания котлована. Контроль глубины копания с помощью обноски.
9. Определение объема грунта в котловане.
10. Проектирование мероприятий по понижению уровня грунтовых вод.
11. Устройство зумпфа, открытый водоотлив, его проектирование и организация.
12. Разбивка контура котлована перед началом земляных работ.
13. Выбор ведущей машины по разработке грунта по техническим характеристикам.
14. Сравнение вариантов комплексной механизации земляных работ.
15. Определение ширины проходов экскаваторов и мест его рабочих стоянок.

16. Организация и характеристика работ при устройстве котлована.
17. Основные требования по размещению основных элементов «Стройгенплана» при устройстве котлована.
18. Принципы подбора автотранспорта, определение его количества, в том числе при разработке экскаватором части грунта на вымет.
19. Определение объемов работ и их выполнение при обратной засыпке пазух.
20. Мероприятия по охране окружающей среды при производстве работ.
21. Безопасность труда при производстве земляных работ.
22. Высотная привязка здания на местности, определение усредненной черной отметки.
23. Крутизна откосов в котловане и порядок ее определения в различных напластованиях грунтов.
24. Порядок определения размеров выемок по верху.
25. Определение объемов работ для рекультивации почвенно-растительного грунта и порядок их выполнения.
26. Порядок разработки, требования, выбор средств механизации при выполнении работ по срезке растительного слоя, вертикальной планировке и уплотнению грунта.
27. Организация земляных работ в зимнее время (защита грунта от промерзания, использование средств оттаивания и механического разрыхления грунта).
28. Состав технико-экономических показателей, используемых при определении эффективности производства земляных работ.
29. Состав технологической карты на разработку грунта и характеристика её элементов.

Компоновка графической части проекта на листе формата А—1

<p>План строительной площадки</p>	<p>Операционный контроль технологического процесса</p>	<p>Потребность в машинах и технологическом оборудовании</p>
<p>План строительной площадки</p>	<p>Организация рабочего места (разрез)</p>	<p>Потребность в технологической оснастке, инструменте, инвентаре и приспособлениях</p>
<p>Схемы выполнения основных технологических операций</p>		
<p>Схема срезы растительного слоя грунта</p>	<p>Схема вертикальной планировки грунта</p>	<p>Схема уплотнения грунта</p>
<p>Схема рытья мерзлого грунта</p>	<p>Требования (указания) по безопасности труда</p>	
<p>График производства работ</p>	<p>Технико-экономические показатели</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– трудоемкость;</li> <li>– производительность;</li> <li>– выработка .....;</li> <li>– .....</li> </ul>	
<p>График движения рабочих</p>	<p>Требования (указания) по производству работ</p>	
<p>.....</p>	<p>.....</p>	
<p>.....</p>	<p>.....</p>	
<p>.....</p>	<p>.....</p>	
<p>.....</p>	<p>.....</p>	
<p>.....</p>	<p>.....</p>	